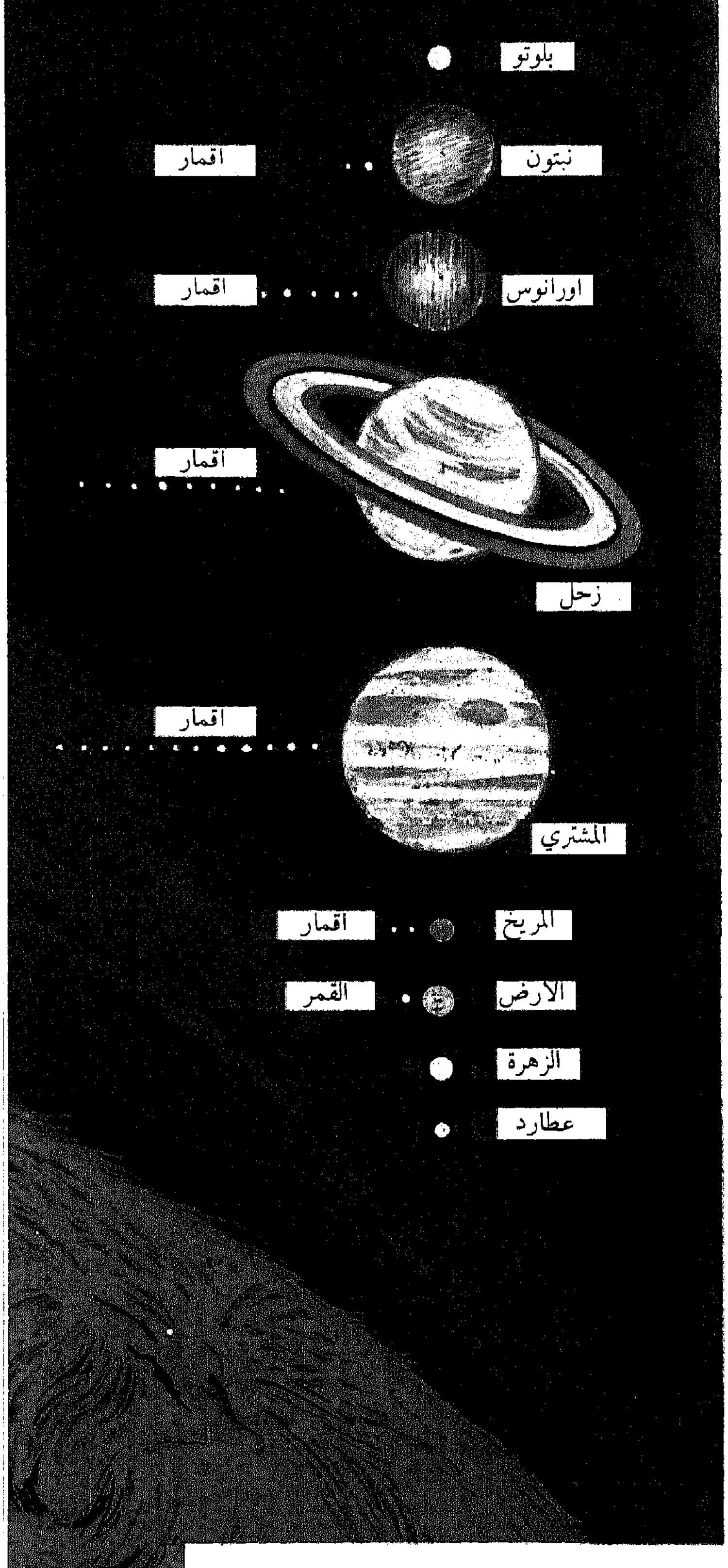
سلسلة كيف ولماذا

القمر



تعريب : الدكتور إمام إبراهيم أحمد

تأليف : فليكس ستون
رسوم : رول مينا مورا
اشراف : دكتور بول بلاكوود

© دار الشروق

القاهرة : ٨ شارع سيبوية المصرى ـ رابعة العدوية ـ مدينة نصر
ص.ب : ٣٣ البانوراما ـ تليفون : ٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس : ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)



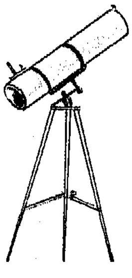
مقدّمة

ظل القمر على مر العصور مدار تمعن الإنسان ومثار تساؤله . فلكونه جاراً لنا في الفضاء ، يبدو التتابع المنتظم في لونه وشكله واضحاً جلياً حتى لأقل الناس ملاحظة وانتباهاً . ومع ذلك ، فإن القمر يشد انتباه كل منا أحياناً ، فهذا الجار الرائع في الفضاء يجب أن تكون له أهمية خاصة ! لقد أثارت روعته مئات من الأسئلة والاستفسارات التي بدأت الإجابات عليها تتزايد في الوقت الحاضر بعد أن بدأ الإنسان استكشاف القمر .

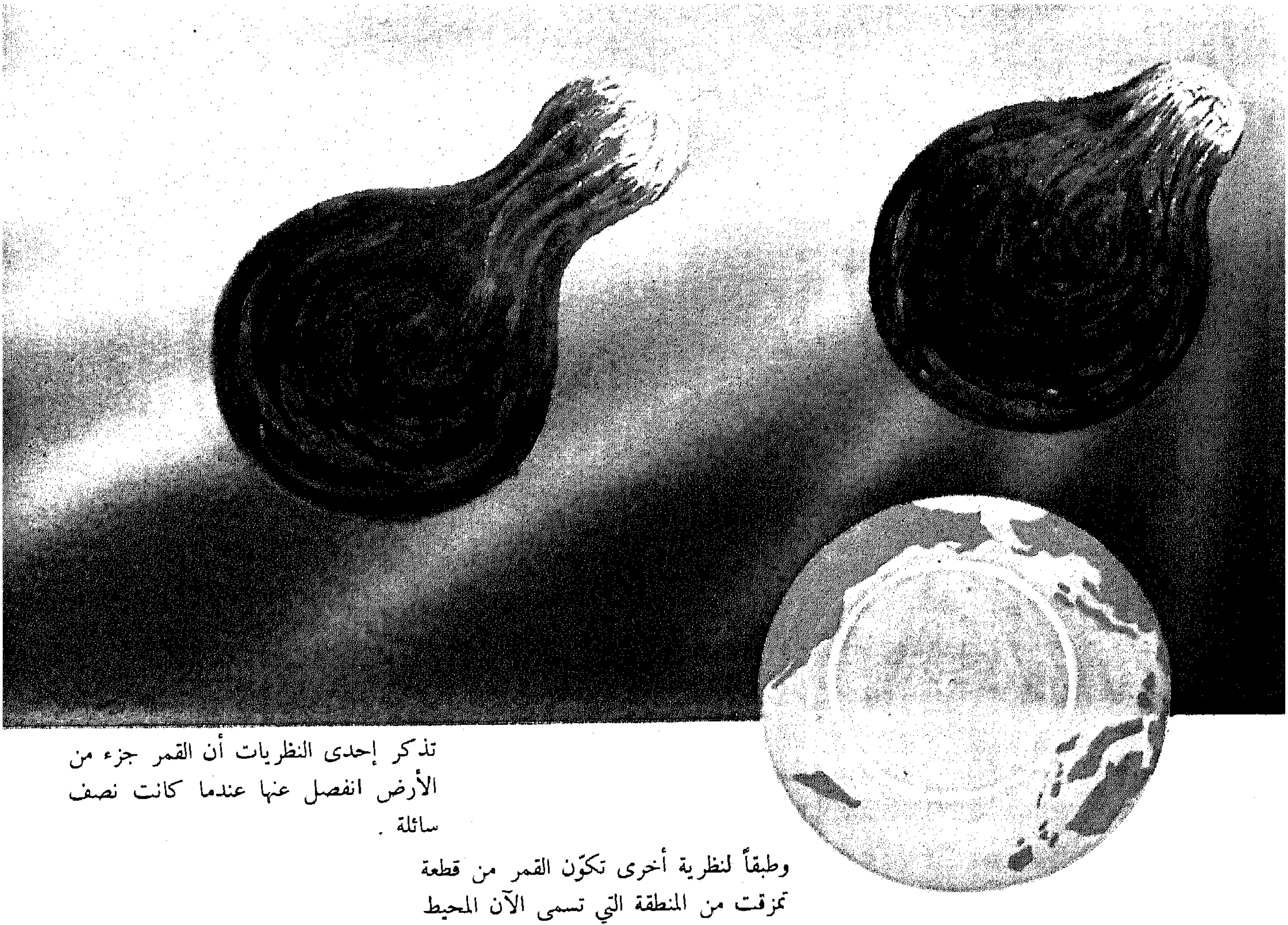
إن هذا الكتاب عن القمر من سلسلة عجائب كيف ولماذا ، يهيئ القارئ لتفهم استكشافاته . فهو لا يوجز فقط الكثير مما هو معروف حتى الآن ، بل يسجل أيضاً في وضوح بعض التساؤلات الرئيسية التي ما زالت دون إجابة . وفي كثير من النواحي ، يُبرز الوصول إلى القمر تعاون العلم والتكنولوجيا جنباً إلى جنب بأساليب رائعة . فقد يبدو لأول وهلة أن الفضاء الخارجي هو المعمل الوحيد لذلك الاستكشاف ، ولكن التأمل العميق يذكرنا بأن نتائج أبحاث متعددة ـ من أنابيب الاختبار إلى الرياضيات إلى استخدام المناظير في فحص الكون الشاسع ـ كل ذلك عاون في رحلات أبولو إلى القمر .

من المثير حقاً أن يعيش الإنسان في القرن العشرين . تخيل الفرص التي أتيحت للأطفال في المدرسة وللعائلات في بيوتهم لمعرفة التطورات العلمية الحديثة . إن هذا الكتاب من سلسلة (كيف ولماذا) يحملنا إلى حدود المعرفة الخاصة بالتابع الكبير للأرض ، ومن المؤكد أن التطلع إلى القمر ـ الذي كان نشاطاً ذائعاً بصفة دائمة ـ لن يثير نفس الاهتمام مرة أخرى . وعندما يأتي يوم لا نتساءل فيه « هلا نظرنا إلى القمر ؟ » بل يصبح السؤال الشائع هو « هلا قمنا برحلة إلى القمر » ، حينئذ تصير تلك الكرة الضخمة العاكسة للضوء والتي تبزغ في بهاء كامل من الأفق الشرقي ، ذات معنى جديد لكل إنسان .

بول أ. بلاكوود



محتويات الكتاب



تذكر إحدى النظريات أن القمر جزء من الأرض انفصل عنها عندما كانت نصف سائلة .

وطبقاً لنظرية أخرى تكوّن القمر من قطعة تمزقت من المنطقة التي تسمى الآن المحيط الهادي .

القمر ... جارنا في الفضاء

منذ قديم الأزل ، رفع الإنسان بصره ليلاً ليحدق في أقرب جيراننا في الفضاء برهبة وعجب. ولقد كانت النظرة إلى القمر في مختلف الأزمنة نظرة إلى شيء أو قوة مبهمة ، إلى إله ، إلى بشير أو نذير بالطقس أو بالحظ . وكما يبدو اليوم من كوكبنا ، فهو لا يتعدى غالباً منظراً بهياً ، منظر مصباح سماوي يسطع في الظلام .

وإذا تركنا جانباً قصص العلم الخيالية التي تعتمد بطبيعتها على الحلم والخيال ، نجد أن النظرة الواقعية إلى القمر حتى ما بعد منتصف القرن العشرين لم تكن تعتبره هدفاً يمكن الوصول إليه . ومهما يكن الأمر ، فإن حلول عصر الفضاء غيَّر كل شيء ، وساعد التقدم السريع في التكنولوجيا الإنسان على التخطيط لتحقيق حلمه « المستحيل » وهو الهبوط على القمر .

ما هو أصل القمر ؟

هنالك عدد كبير من النظريات العلمية عن أصل القمر ، سنناقش هنا من بينها ثلاثاً هي أكثرها احتمالاً . تذكر النظرية الأولى أن القمر جزء منفصل عن الأرض نفسها . فعندما كانت الأرض في بدء تكونها في حالة نصف سائلة ، تسبب دورانها السريع حول الشمس في أن تتخذ هيئة كرات الصلب المصمتة المقلوبة ذات الثقلين غير المتساويين ، وما لبث الجزء الأصغر من



الثقلين أن انفصل ليصبح القمر. وثمة تعديل لتلك النظرية يذكر أنه عندما بدأت الأرض تتحول إلى الحالة الصلبة ، انفصلت عنها قطعة ضخمة مكانها الآن المحيط الهادي . وفي رأي معظم العلماء أن التأييد الوحيد لهذه النظرية هو أن كتلة القمر تكاد تملأ الحفرة التي تملؤها الآن مياه المحيط الهادي .

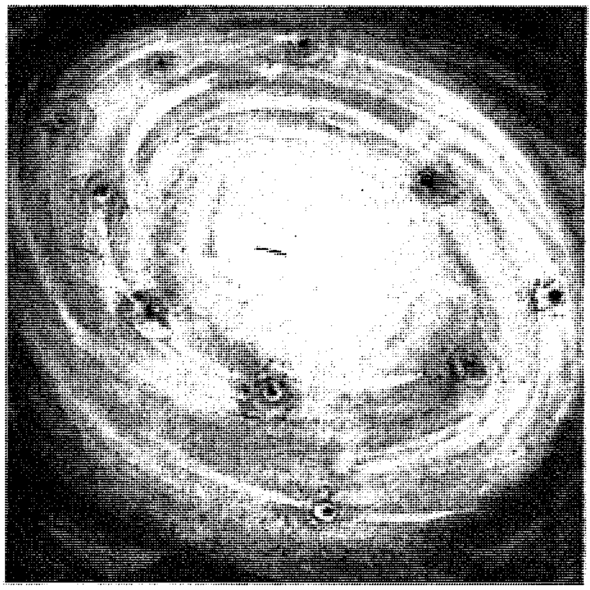
معظم العلماء الآن متفقون على نظرية أن مجموعتنا الشمسية تكونت من سحابة كونية .



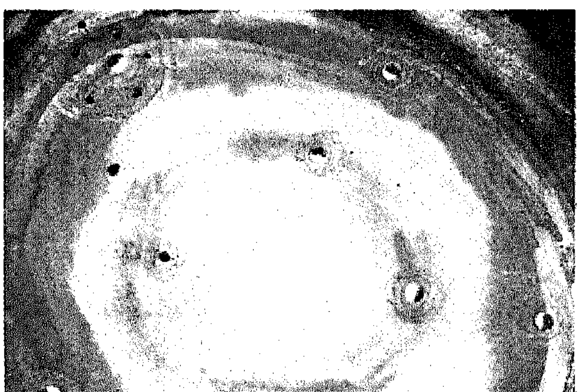
تكوّن الشمس .

ويعتقد علماء آخرون أن القمر في الواقع أقدم من الأرض . وهم يؤمنون بأن القمر من آثار مرحلة مبكرة في المجموعة الشمسية عن تلك التي تكونت الأرض خلالها . وعند نهاية مرحلة تكون الأرض احتجزت القمر في مجال جاذبيتها وأسرته كتابع دائم لها .

على أن النظرية القائلة بأن القمر والأرض تكوّنا



الكواكب والأقمار داخل الحلقة الغبارية .



الأقمار تأسرها قوة جذب الكواكب .

في نفس الوقت ومن نفس المواد الأساسية تلقى اليوم قبولاً لدى معظم العلماء. وفي رأيهم ان المجموعة الشمسية منذ عدة بلايين من السنين لم تكن سوى سحابة من حبيبات الغبار الباردة تدور كالدوامة هائمة في فراغ الفضاء العميق ، وتلبية لنداء قوانين الجاذبية تجمعت تلك الحبيبات لتكون قرصاً ضخماً يدور حول نفسه ، ونتيجة لذلك الدوران انقسم القرص إلى حلقات ، وما لبثت النواة الداخلية للقرص أن أصبحت الشمس بينما تكونت الكواكب من الحبيبات في الحلقات الخارجية . وعندما نشأت الأرض والقمر ، فإن صغر حجم هذا الأخير جعله سهل الانقياد لجاذبية الأرض فبدأ يدور حولها كما تدور الأرض حول الشمس .

أساطير حول القمر

لما كان القمر أقرب الأجرام السماوية إلى الأرض ، ولما كان يظهر في الأوقات المختلفة من الشهر في أشكال متباينة ، فقد نُسج حوله كثير من الأساطير والخرافات . وإليكم بعضاً من أشهرها ذيوعاً .



يعتقد بعض الناس أن للقمر تأثيراً على الطقس ويقولون إنهما يتغيران سوياً ، ولذلك نجد من الأقاويل والأمثلة القديمة التي تداولها جيل بعد جيل :

« قمر صافٍ ، صقيع عاجل » .

« قمر باهتٌ يعني أمطاراً ، وقمر مظلم يعني رياحاً » .



« عندما يمكن رؤية القمر نهاراً تكون الأيام باردة »

« صقيع القمر المظلم يقتل البراعم والأزهار بينما صقيع القمر المنير لا يؤذيها » .

وإذا توقف الإنسان قليلاً ليفكر في هذا الأمر ، فإنه سرعان ما يدرك أن القمر لا يمكن أن يغير من طقس الأرض . فأولاً هو جسم خامل على بعد ربع مليون ميل لا تنبعث منه أية طاقة سوى انعكاس ضعيف للشمس . وفي المقام الثاني ، يمكن مشاهدة القمر على طول نصف الكرة الأرضية في نفس الوقت سواء في المناطق الاستوائية أو القطبية ، ومن الجلي أن الطقس ليس متماثلاً في كل مكان على الأرض . كذلك يعتقد كثير من القدماء أن للقمر تأثيراً على نمو الحبوب والنباتات .

« إزرع البقول عندما يكون القمر منيراً » .

« إزرع البطاطس والقمر مظلم » .

« يحتفظ الخشب بجودته إذا قطع في أول الهلال »

« لا تشذب الأشجار إلا مع الهلال » .

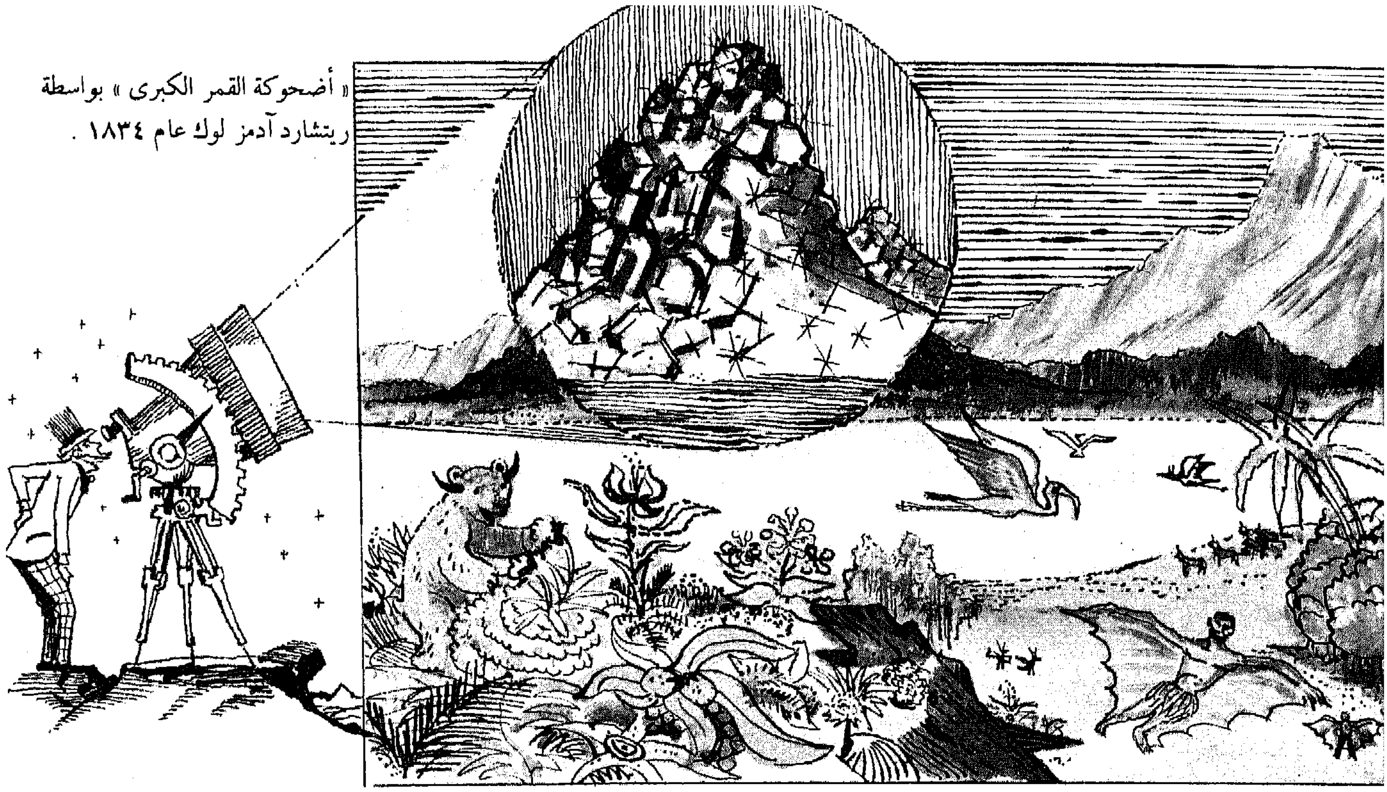
ولعدة قرون استمر الفلاحون يزرعون ويخدمون محاصيلهم طبقاً لهذه القواعد القديمة ، ولكن لم يستطع أي إنسان أن يثبت أن للقمر ضلعاً في الحصاد على الأرض .

وقبل كتابة أول كتب التاريخ بمرحلة طويلة ، ظل الناس يعتقدون أن القمر عندما يكون بدراً يسبب الجنون ، وأنه إذا سقط ضوء البدر على شخص نائم فقد عقله . وثمة خرافة أخرى قديمة تذكر أن ضوء القمر قد يسبب العمى . ولكن لما كان نور القمر ليس سوى انعكاس لضوء الشمس ، فمن الأولى أن تسبب الشمس الجنون وفقدان البصر أكثر بمراحل مما يفعل القمر .

وللقمر مكانة دائمة بارزة في كل من الديانات القديمة والحديثة ، فقد عبده الإغريق والرومان مثلما عبدته القبائل في آسيا وإفريقيا واستراليا وشمال أمريكا وجنوبها .

وفي الوقت الحاضر تلعب أوجه القمر دوراً

« أضحوكة القمر الكبرى » بواسطة ريتشارد آدمز لوك عام ١٨٣٤ .



هاماً في احتفالات الأعياد المقدسة عند كل من المسيحيين واليهود . فعيد القيامة عند المسيحيين يقع دائماً يوم الأحد الأول بعد أول بدر يعقب الاعتدال الربيعي ، وعيد الفصح عند اليهود يقع دائماً مع أول بدر في الربيع وذلك يكون بين اليوم الرابع عشر واليوم الحادي والعشرين من شهر نيسان العبري .

ما هو قمر الحصاد وقمر الصياد ؟

يطلق على البدر الأقرب إلى الاعتدال الخريفي (٢٣ سبتمبر) إسم « قمر الحصاد » ، في ذلك الوقت يبزغ القمر مبكراً في المساء لثلاث ليال متعاقبة ويكون بدراً كاملاً أو يكاد في كل ليلة منها . ولذلك يعمل ضوء القمر على إطالة الفترة الطبيعية للشفق ، فيمنح الفلاحين مزيداً من ساعات العمل لحصاد محاصيلهم قبل حلول الصقيع .

أما « قمر الصياد » فهو يلي قمر الحصاد بشهر واحد ويماثله في جميع الوجوه ، وقد أطلق عليه هذا الإسم لأن موسم الصيد يلي جمع المحاصيل

ماذا كانت « أضحوكة القمر الكبرى » ؟

هناك كثير من القصص الخيالية عن القمر ، ولكن لعل أكثرها سخرية كانت « أضحوكة القمر الكبرى » عام ١٨٣٤ . ومما يثير الدهشة أن الكثيرين من سكان العالم بما فيهم عدد كبير من مشاهير العلماء قد جازت عليهم الخدعة .

بدأ الأمر كله عصر أحد الأيام عندما كان ريتشارد آدمز لوك مراسل « النيويورك صن » يفكر في قصة مثيرة لجريدته . لقد كان يوماً كاسداً بالنسبة للأخبار ، ولم يكن هناك ما يثير الاهتمام في المدينة ، ولذلك أطلق لوك العنان لخياله .

وكان يعلم أن السير جون هرشل ــ عالم الفلك البريطاني الشهير ــ يقوم برصد القمر حينئذ من

رأس الرجاء الصالح في إفريقيا . وكان ذلك كافياً كنقطة بداية لخيال مستر لوك ، فبدأت قصته من هذه النقطة .

أعلن أن السير جون ابتكر منظاراً قطره ٢٤ قدماً ، وبهذا كان من الضخامة بحيث يقرِّب القمر إلى مسافة نسبية قدرها ١٥٠ ياردة . وقد أمكن للفلكي أن يرى من خلاله الزهور والشواطئ البيضاء ، وصخرة ضخمة تشبه الجوهرة ، ارتفاعها ٩٠ قدماً ويحتمل أن تكون من الياقوت .

واستطردت قصة لوك الخيالية فذكرت أنه في أحد الوديان القريبة ، شوهدت قطعان من الثيران الوحشية والجاموس الأزرق ذي القرون بالإضافة إلى أسراب من طيور البطريق والطيور الأخرى .

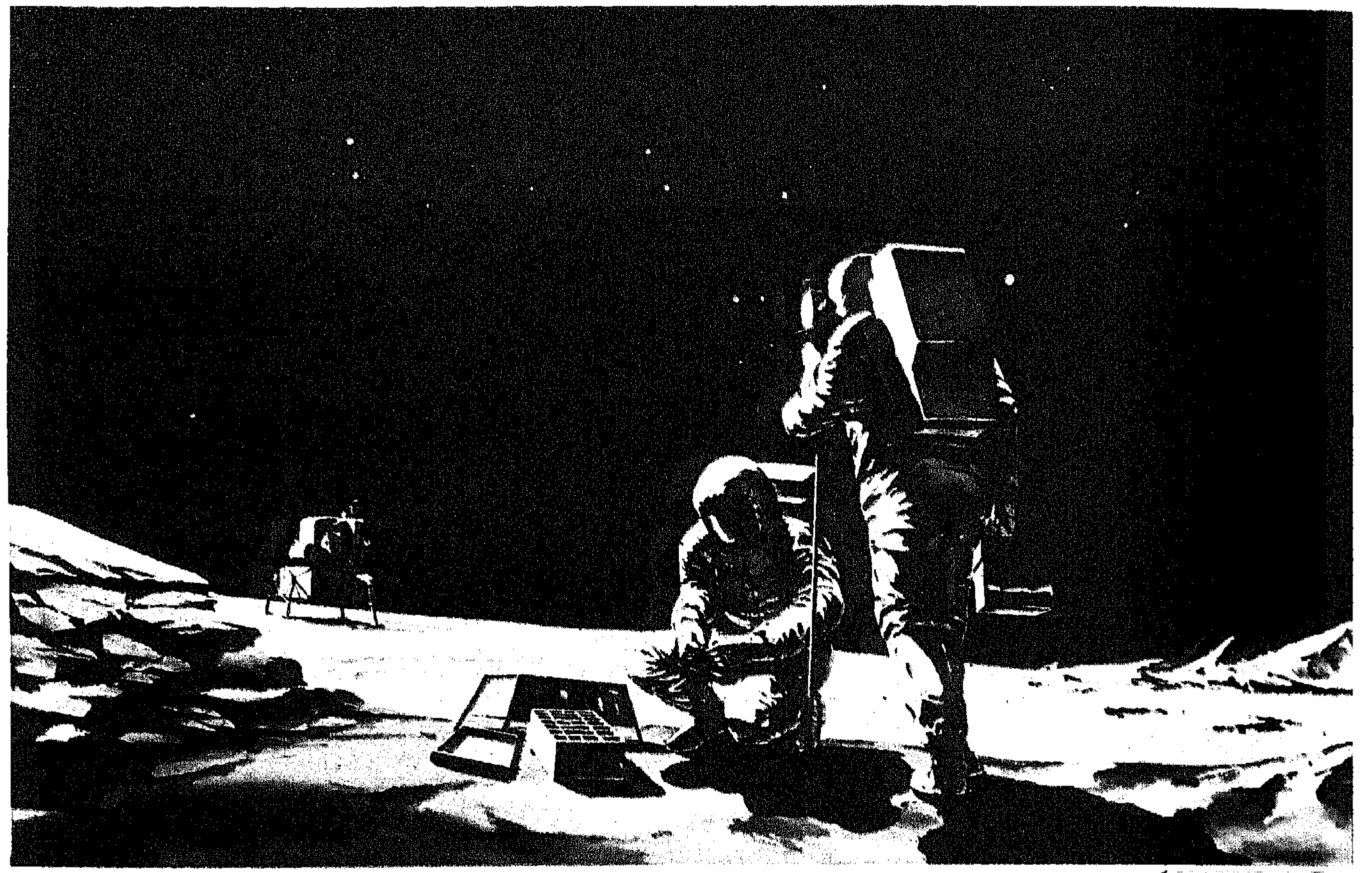
وبمرور الأيام ازداد الخيال إمعاناً في قصة لوك . فأعلن العثور على كلاب ماء ذوات قدمين ، ودببة ذوات قرون ، ومخلوقات شبيهة بالإنسان نصفها رجل ونصفها وطواط .

وبعد بضعة أسابيع من كتابة هذه الأضحوكة الخرافية ، قرر لوك أن يقلع عن الإسترسال فيها ، ولكن بعد أن صارت جريدة صن ــ التي كانت صغيرة فاشلة ــ أكبر الصحف انتشاراً في المدينة كما أصبح لوك نفسه مشهوراً حتى بعد أن اعترف بأن قصصه لم تكن سوى اختلاقات طائشة من خياله .

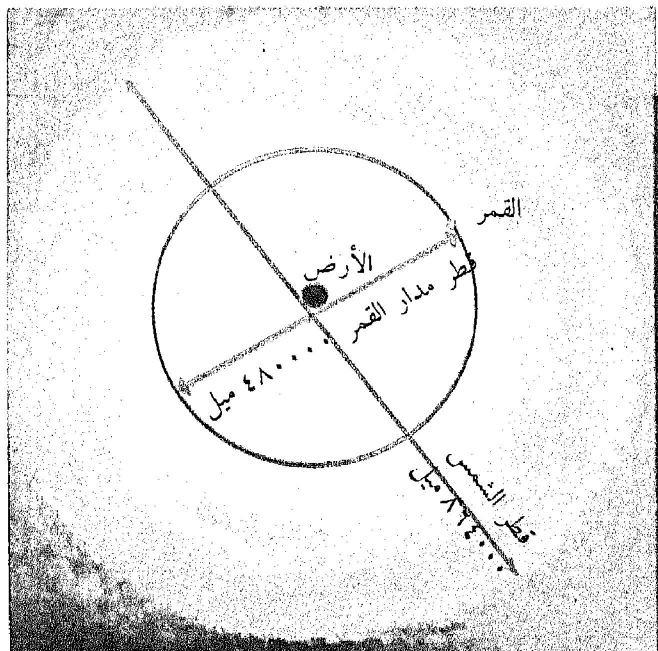
ما حجم القمر ؟

يبلغ قطر القمر ٢١٦٠ ميلاً أي ما يقرب من ربع قطر الأرض . وإذا قارنا ذلك بعرض الولايات المتحدة ، كان معنى ذلك أن الخط المنطبق على محور القمر يمتد من مدينة نيويورك إلى سولت ليك سيتي بولاية يوتاه .

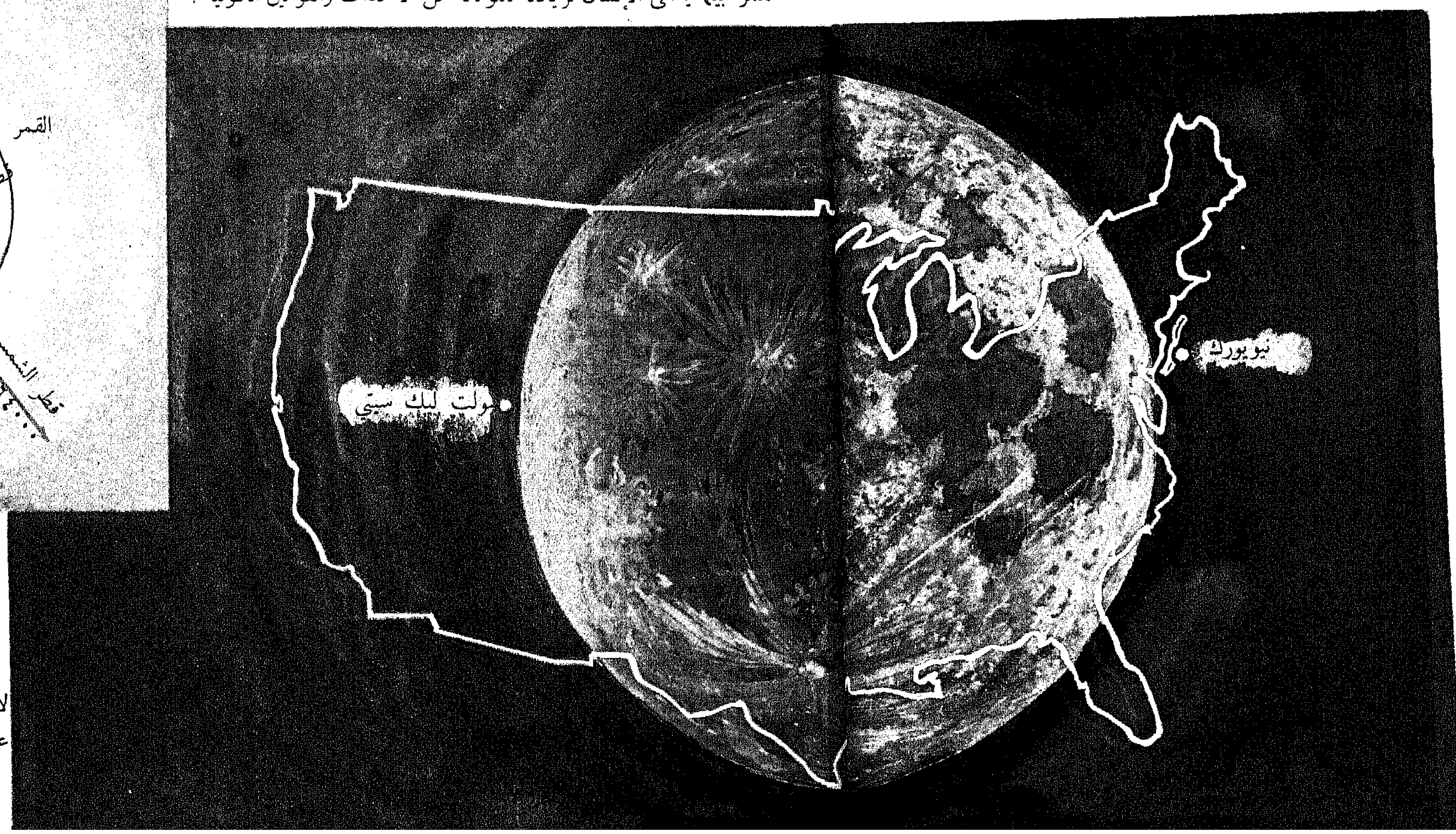
وتبلغ كتلة القمر أي وزنه تقريباً ١/٨١ من كتلة الأرض ، ولما كانت قوى جاذبية جسم تتوقف على كتلته فقد استنتج العلماء أن الجاذبية على سطح القمر تعادل سدس جاذبية الأرض تماماً . ومعنى ذلك أنه إذا كان وزنك ١٥٠ رطلاً فإنك على القمر تزن ٢٥ رطلاً فقط ، وإذا كان في استطاعتك أن تقفز ثلاثة أقدام في الهواء على الأرض ففي إمكانك أن تقفز ١٨ قدماً على القمر . ولنضرب مثلاً آخر ، إذا أمكنك أن ترفع مائة رطل على الأرض ، ففي استطاعتك أن ترفع ٦٠٠ رطل على القمر . وهكذا ، عندما وصل المستكشفون الأوائل إلى القمر ، لم يجدوا صعوبة في حمل ونقل مختلف الأجهزة العلمية التي اصطحبوها معهم من الأرض .



تستمر القياسات والاستكشافات العلمية في مواقع هبوط مختلفة على سطح القمر بينما يسعى الإنسان لزيادة معلوماته عن الأحداث والقوانين الكونية .



إذا كنت تتساءل عن نسبة حجم القمر إلى الشمس ، فقد يزيد فهمك لها إذا علمت أن الشمس أكبر كثيراً من مجموعة الأرض والقمر بأكملها .



لا يزيد محيط القمر على ٦٨٠٠ ميل وقطره على ٢١٦٠ ميل .

ما بعد القمر ؟

يدور القمر حول الأرض في مدار يكاد يشبه البيضة . فهو عند الأوج – أي أبعد نقطة عن الأرض – يبعد عنا ٢٥٢٧١٠ أميالاً . بينما عند الحضيض – أي أقرب نقطة – يبعد ٢٢١٦٤٣ ميلاً ، وبذلك يكون البعد المتوسط بين الأرض والقمر هو ٢٣٨٨٥٧ ميلاً . وقد استغرقت أبولو ١١ التي انطلقت من الأرض حوالي أربعة أيام لتصل إلى هدفها . ويصل الضوء من القمر إلى الأرض في حوالي ثانية وربع . وكذلك تسير الإشارات اللاسلكية والتليفزيونية بنفس السرعة ومعنى ذلك أن مستكشف القمر يستطيع أن يتصل صوتياً بقاعدته الأرضية ويرسل الصور على الفور تقريباً .

ما النهار والليل على القمر ؟

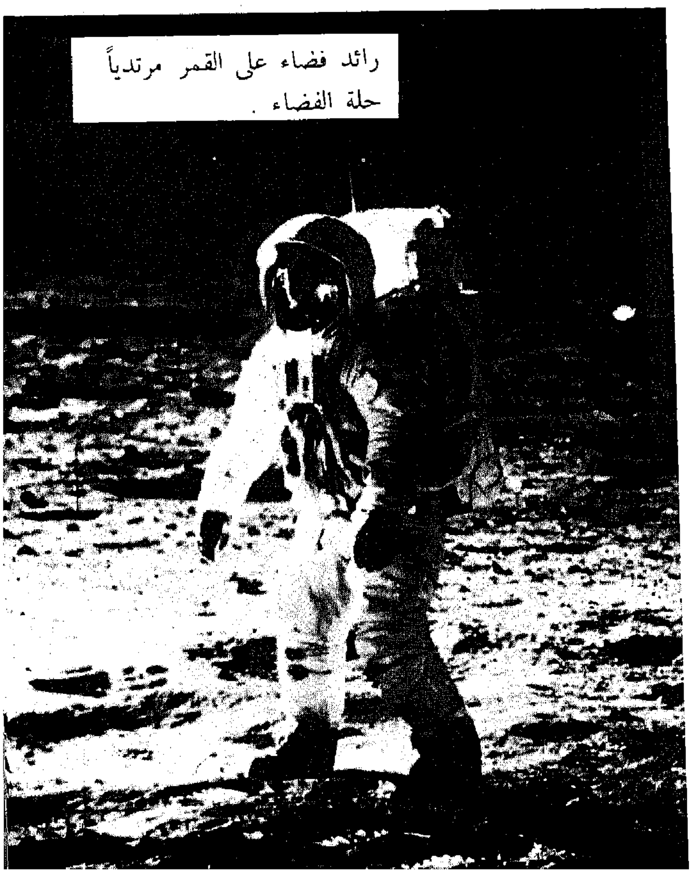
تدور الأرض حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة ، وبذلك يكون متوسط كل من نهارها وليلها ١٢ ساعة . والقمر يسير حول الأرض مرة كل $\frac{1}{3}$ ٢٧ يوماً وهي نفس الفترة التي يدور فيها حول محوره ، وبذلك يكون اليوم القمري حوالي ١٤ يوماً أرضياً وبالمثل طول ليل القمر .

وبطبيعة الحال ، تضيء الشمس جانباً واحداً من القمر دائماً ، تماماً كما تضيء جانباً واحداً من الأرض . وبذلك ، عندما يكون نصف القمر ليلاً يكون النصف الآخر نهاراً . وخلال النهار حينما يتعرض سطح القمر لأشعة الشمس ، ترتفع حرارة السطح إلى حوالي ٢٢٠ درجة فهرنهيتية ، أي ما يزيد قليلاً على درجة غليان الماء . وأثناء الليل القمري تنخفض الحرارة إلى حوالي ٢٥٠ درجة فهرنهيتية تحت الصفر .

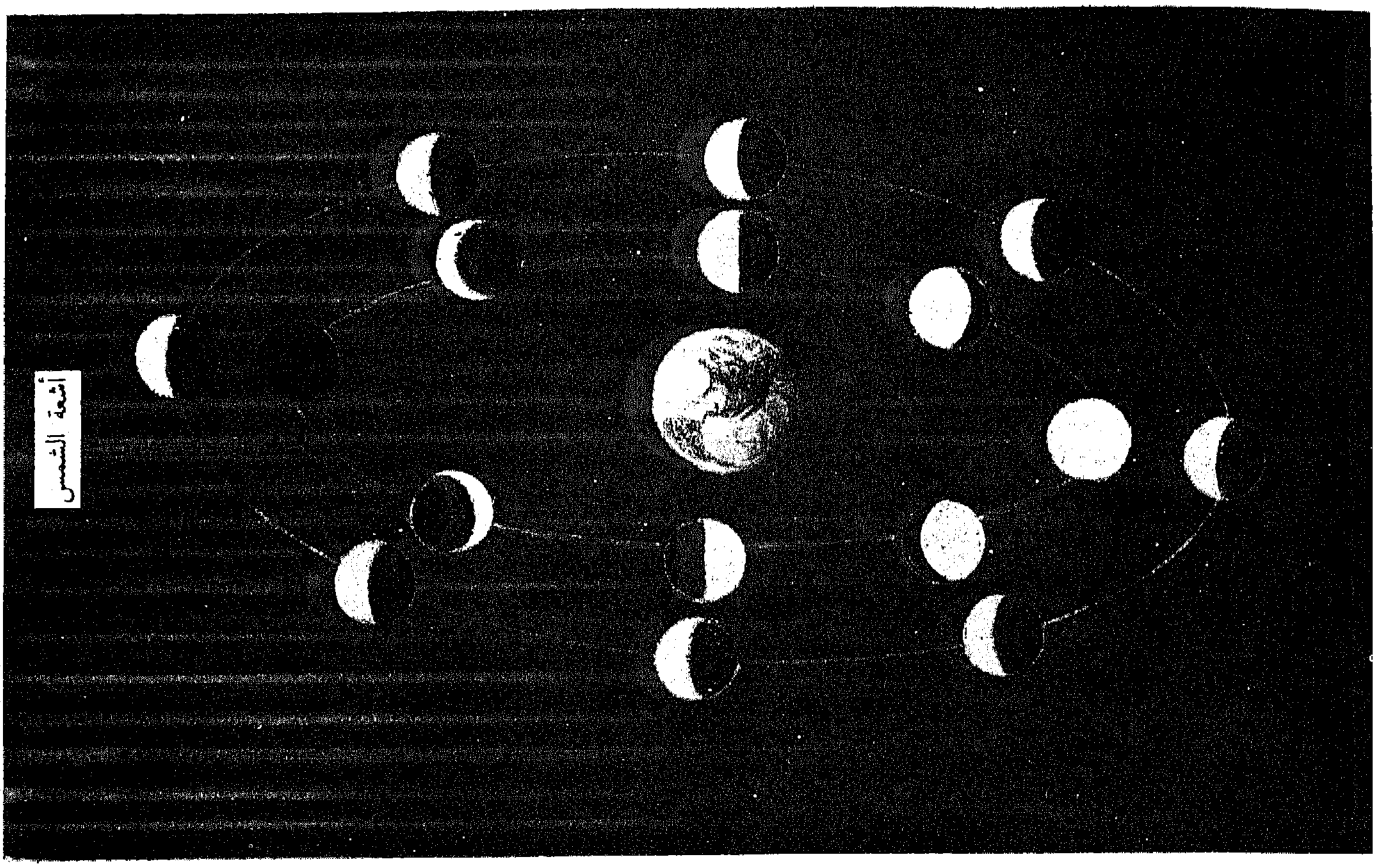
ولما كان القمر لا يحتوي على غلاف جوي ليمتص الحرارة وينقلها ، فإن منطقة الظل التي تلقيها صخرة ناتئة تكون خلال النهار في برودة الليل . فلو أنك كنت واقفاً على القمر وقدمك اليمنى في الشمس بينما القدم اليسرى في أعماق الظل ، فإن قدمك اليمنى تكون معرضة لحرارة قدرها ٢٢٠ درجة بينما اليسرى معرضة لدرجة ٢٥٠ تحت الصفر . ومن حسن الحظ ، تتركب أردية الفضاء من ٢٨ طبقة لتساعد على عزل الجسم البشري .

لماذا يضيء القمر ؟

القمر – مثل الأرض – لا ينبعث منه ضوء ذاتي ، فنور القمر الذي نراه في ليلة صافية ليس سوى انعكاس لضوء الشمس . ولهذا السبب يتخذ القمر أشكالاً مختلفة في مختلف أوقات



رائد فضاء على القمر مرتدياً حلة الفضاء .



لو أمكنك النظر إلى الأرض والقمر من نقطة في الفضاء ، فإن القمر يبدو دائماً نصف مظلم . أما الحقيقة التي تتمثل في رؤيتنا أوجهـاً مختلفة (قطع ناقص داخلي) فترجع إلى الزاوية المتغيرة التي نشاهد منها السطح المنير من القمر من نقطة الرصد على الأرض .

الشهر القمري حينما يدور حول الأرض ، ويطلق على هذه الأشكال اسم أوجه القمر .

وخلال رحلة القمر حول الأرض ، إذا وقع على خط مستقيم بينها وبين الشمس فإنه لا يرى على الإطلاق ويسمى حينئذ « القمر الجديد » . وبعد أربع وعشرين ساعة يعكس جزء صغير منه ضوء الشمس على هيئة هلال يعرف عادة بإسم « المنجل » . وبعد أسبوع يتزايد الهلال ليصبح « ربع » قمر ، ثم بعد أسبوع آخر تصبح الكرة الكاملة للقمر ـ البدر ـ في مواجهتنا ، يبدأ بعدها وجه القمر في التناقص تدريجياً إلى التربيع الثالث فالهلال مرة ثانية وأخيراً يصبح قمراً جديداً ليكمل دورته الشهرية مرة أخرى .

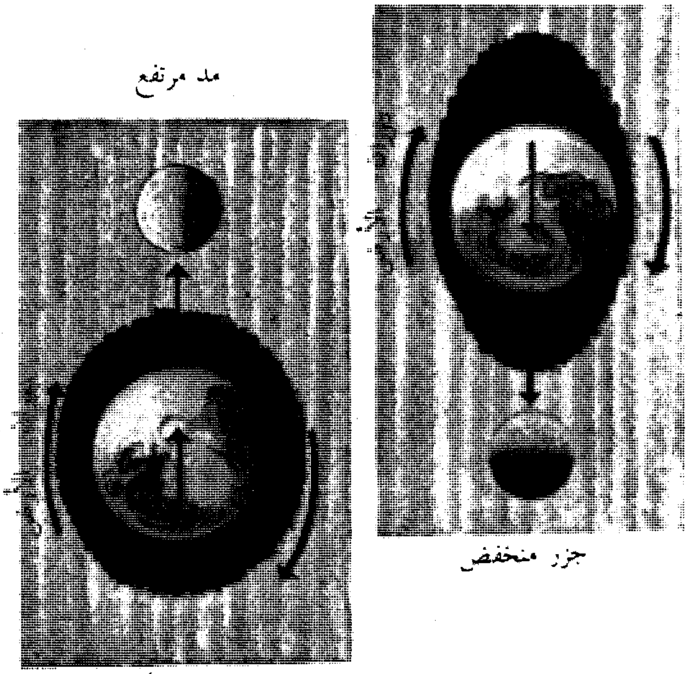
ولو كنت مستكشفاً تقف على القمر ناظراً إلى الأرض فإنك ستشاهد نفس التأثيرات ، فالأرض ستضيء بتأثير أشعة الشمس المنعكسة منها وهو ما يمكنك أن تطلق عليه اسم « نور الأرض » . وخلال الأوجه المختلفة لمرور الأرض فوق رأسك ستراها على هيئة بدر وتربيع وهلال ، وبالطبع لن ترى شيئاً في حالة الأرض « الجديدة » .

ولقد استمتع رواد أبولو بروعة النظر إلى كوكبهم وتصويره . إنه يبدو ـ على ذلك البعد ـ مثل كرة ضخمة بيضاء من المرمر مائلة إلى الزرقة .

ما لون القمر ؟

يتوقف لون القمر كما نشاهده ، على الضوء المنعكس منه بعد مروره في جو الأرض . وعلى ذلك ، في الشتاء عندما يزداد ارتفاع القمر في

السماء وتكاد أشعته أن تكون رأسية ، يبدو أبيضَ أو فضي اللون . وفي الصيف ، يتحرك القمر عبر السماء بزاوية منخفضة فتمر أشعته خلال طبقة من الغلاف الجوي أكثر سمكاً ، ولذا يبدو أصفر اللون أو ذهبياً .



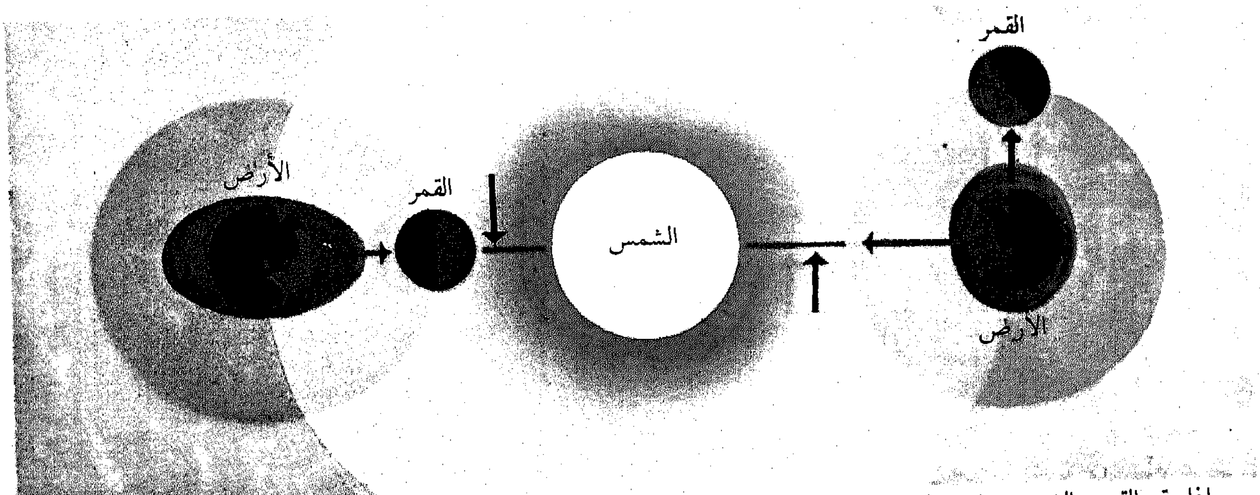
يحدث مد وجزر كل ست ساعات تقريباً . وبمعنى آخر ، يحدث عند أي نقطة على الشاطئ خلال كل ٢٤ ساعة تقريباً مدان وجزران .

أما رائد أبولو ١١ إدوين ا. ألدرين (الشهير باسم بَزْ) ـ وهو أحد رجال الأرض الأوائل الذين ساروا على سطح القمر ـ فقد سجل ملاحظته عن لون القمر عن قرب ، بأنه لون « الشيكولاته الرمادية » أو « لون رمادي فاتح جداً » .

كيف يسبب القمر حدوث المد والجزر ؟

لو كنت ممن يذهبون إلى شاطئ البحر ، فلا بد أنك لاحظت ما يحدث يومياً من مد وجزر . في وقت معين من النهار يرتفع منسوب المياه أحياناً بمقدار عشر أو عشرين قدماً ، وبعد ساعات قلائل ينحسر المد تاركاً وراءه رقعة طويلة من الشاطئ الخالي . هذه الحركات في المد والجزر سببها الرئيسي قوة جذب القمر ، وبدرجة أقل قوة جذب الشمس .

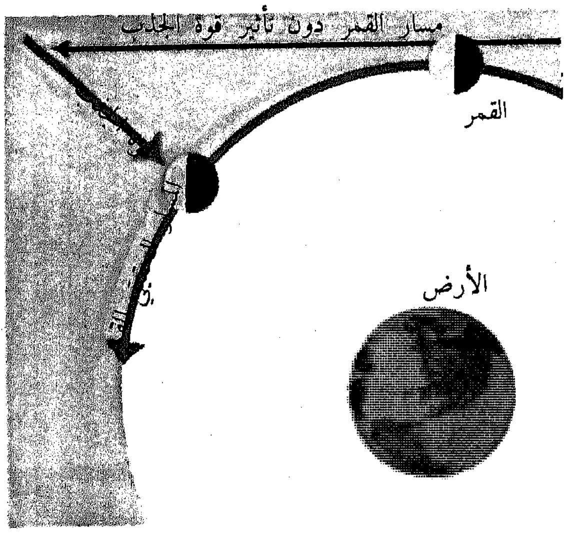
في خلال فترات الهلال والبدر تكون الأرض والشمس والقمر على خط مستقيم ، وعلى ذلك يتعاون القمـــر مع الشمس في إحداث حركات قوية تسمى المد والجزر « الربيعي » . أما عندما



إذا وقع القمر والشمس على خط واحد في جانب واحد من الأرض أو على جانبيها فإن قوة الجذب المتحدة تخلق عادة مداً كاملاً أو مد الربيع . وإذا وقعت الشمس والقمر على زاوية قائمة تعمل قوة جذب كل منهما ضد الأخرى وينتج عادة جزر كامل .

يكون القمر في التربيع الأول أو الثالث فإنه يقف على زاوية قائمة مع الشمس بالنسبة للأرض ويكون جذبه معاكساً لجذب الشمس فينتج عن ذلك حركات طفيفة ويكون المد والجزر « منخفضاً » .

ولما كانت بلايين الأطنان من مياه البحر تجذب بهذا جيئة وذهاباً على قاع المحيط ، فإن الاحتكاك الناتج عن ذلك يقوم بعمل العائق لسرعة دوران الأرض حول محورها ، وكلما أبطأت الأرض في دورانها يزداد طول اليوم ، والنتيجة أن الأيام تزداد طولاً بحوالي ثانية واحدة كل مائة ألف عام .

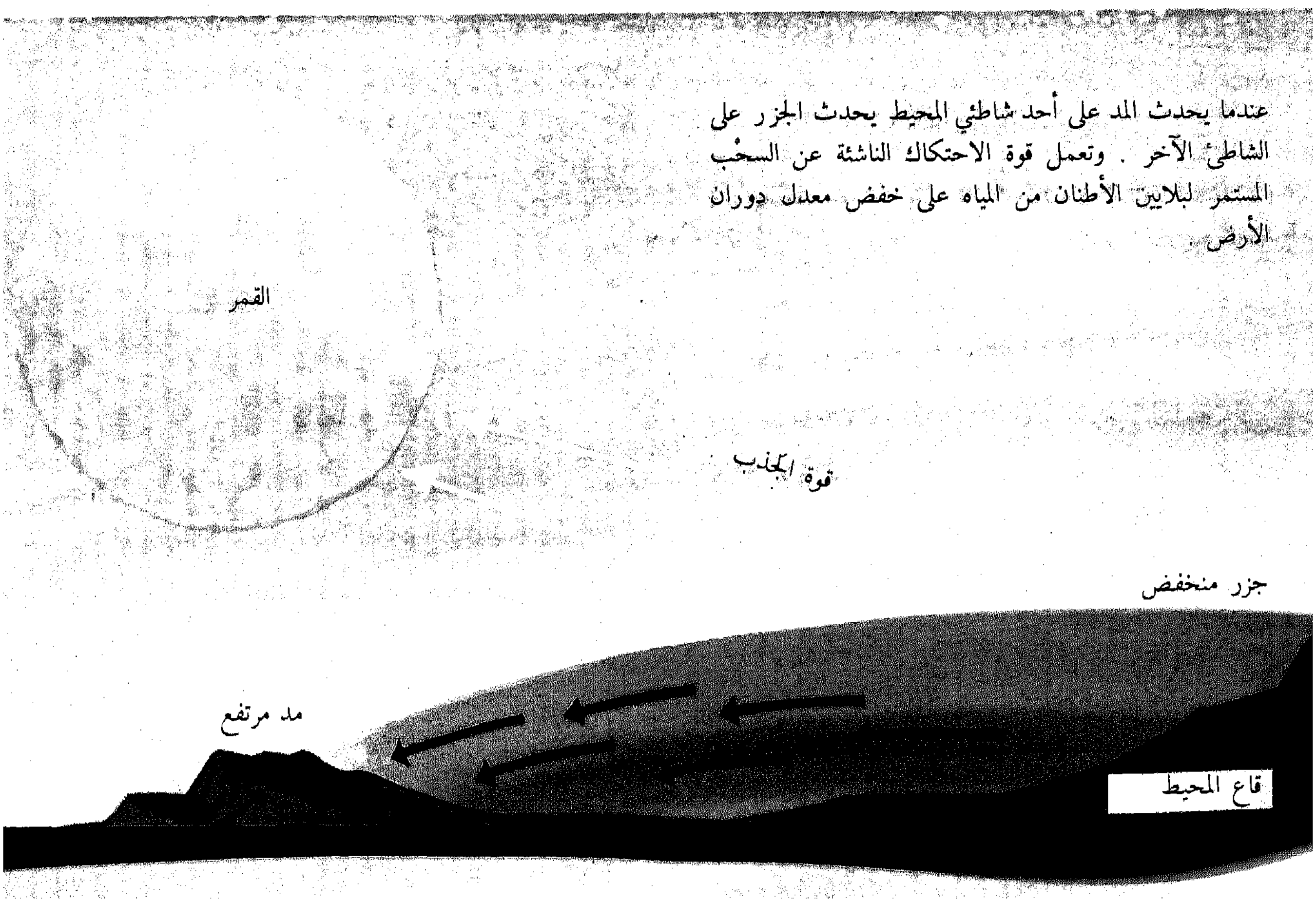


يساعدك هذا الشكل على فهم كيف ولماذا يبقى القمر في مداره .

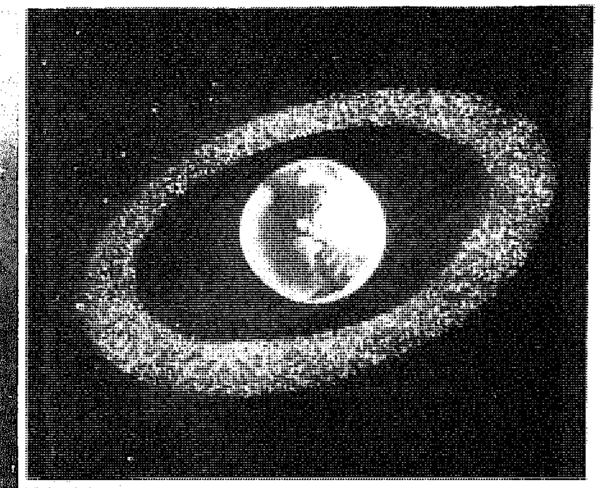
لماذا يلتزم القمر بمداره ؟

لو أنك ربطت ثقلاً في خيط وحركته دائرياً فوق رأسك فإن الثقل يسبح في دائرة وذلك بتأثير قوتين تعملان في نفس الوقت . إحدى القوتين وتسمى السرعة المماسية تحاول طرد الثقل إلى خط مستقيم وهذا هو ما يحدث لو انفلت الخيط من يدك ، ولكن بقاء الخيط في يدك يعمل على جذب الثقل فيتحرك في دائرة .

وهكذا يسير القمر في دائرة حول الأرض تحت تأثير قوى مشابهة . في اندفاعه بسرعة ٢٢٨٧ ميلاً في الساعة ، تحاول السرعة المماسية قذف القمر في خط مستقيم بعيداً عن الأرض ،



عندما يحدث المد على أحد شاطئي المحيط يحدث الجزر على الشاطئ الآخر . وتعمل قوة الاحتكاك الناشئة عن السحب المستمر لبلايين الأطنان من المياه على خفض معدل دوران الأرض .



خلال بلايين عديدة من السنين سينجذب القمر ناحية الأرض ويتحطم عند دخوله الغلاف الجوي ، وعندئذ ستكوّن جسيماته الناتجة حلقات أشبه بالحلقات الدائرة حول زحل .



يزداد محيط مدار القمر نسبياً بإبطاء دوران الأرض .

ولكن قوة جذب الأرض تؤدي عمل الخيط فتدأب على جذب القمر نحو الأرض وبذلك يسير القمر في مداره حولنا برصانة وهدوء .

ونفس هذا المبدأ هو الذي يعمل على بقاء سفن فضاء روادنا في مدار أرضي . فإن الدفع الخارجي للسفينة يتعادل مع قوة جذب الأرض إلى أسفل وبذلك تستمر السفينة سائرة في دائرة . وعندما يرغب الرائد في إعادة مركبته إلى الأرض ، يطلق صواريخ عكسية تعمل على إبطاء السرعة المدارية للسفينة وبذلك ينقلب ميزان القوى وتسقط السفينة عائدة إلى الأرض .



هل سيبقى القمر دائماً في مداره ؟

علمنا فيما سبق أن احتكاك المد والجزر يعوق دوران الأرض وأنه ينتج عن ذلك ازدياد طول اليوم بمعدل يبلغ حوالي ١/١٠٠٠ من الثانية في القرن الواحد . ويبدو هذا المعدل في التغير ضئيلاً جداً إلى درجة أنه من الحماقة أن نوليه تفكيرنا ، ولكنه خلال الأحقاب القادمة سيؤثر على مصير القمر ومن المحتمل – بعد عدد لا يحصى من بلايين السنين – أن يكون سبباً في تحطيم القمر وسحقه وموته .

لقد كانت هذه القوى الإحتكاكية لها نفس التأثير على الأرض والقمر عندما كان كلاهما في حالة سائلة – أو نصف متجمدة – كتأثيرها الآن على مياه محيطات الأرض ، وكانت النتيجة أن فترة دوران القمر حول محوره تساوي تماماً فترة دورانه حول الأرض .

والآن ، مع إبطاء الأرض في دورانها – حتى ولو كان ذلك بمقدار ١/١٠٠٠ من الثانية كل مائة عام – فإن مدار القمر يتسع نسبياً فيزداد بعده عن الأرض ويزداد طول الشهر القمري .

وتلك التغيرات الناتجة عن احتكاك المد والجزر مستمرة ولا تزال منذ بلايين السنين . وكان اليوم

الأرضي في الأصل أقل من خمس ساعات ازدادت إلى ٢٤ ساعة ، والشهر القمري الذي كان أصلاً مثل اليوم الأرضي ازداد إلى حوالي أربعة أسابيع .

وتشير الحسابات الحالية لعلماء الفلك إلى أن الزيادة البطيئة في طول اليوم الأرضي ستستمر إلى أن يصير طوله معادلاً ٥٥ يوماً من الأيام الحالية ويصبح الشهر القمري أيضاً ٥٥ يوماً ، وحينئذ سيكون وجه واحد من الأرض متجهاً دائماً نحو القمر تماماً كما يتجه الآن جانب واحد من القمر نحو الأرض . فإذا ظلت محيطات الأرض موجودة في ذلك المستقبل البعيد ، وإذا ظلت في حالة سائلة فسيكون هنالك مد مرتفع مستمر على الأرض تحت موقع القمر ، وبذلك لن ينتج عن القمر أي احتكاك للمد والجزر ، وسيسير القمر والأرض حول مركز الثقل المشترك كما لو كانا مرتبطين في جسم واحد ، وسيتوقف ازدياد طول اليوم الأرضي عندما يعادل ٥٥ يوماً من أيامنا الحالية .

وعندما نصل إلى نقطة التوازن هذه ، سيبطئ دوران الأرض حول نفسها تدريجياً حتى يصير أطول من الشهر القمري ، وعندئذ ستنعكس العلاقة بين الأرض والقمر ، فتزداد سرعة دوران الأرض مرة أخرى وتقل سرعة القمر ، وبذلك يقترب القمر تدريجياً نحو الأرض .

وستستمر تلك العملية إلى أن ينجذب القمر في النهاية إلى مسافة قصيرة من الأرض تؤدي إلى تحطيمه تحت تأثير قوة الشد الجزرية للأرض ، وبدلاً من اصطدامه بالأرض ستتجمع جسيمات القمر المهشم لتكوّن سلسلة من الحلقات حول الأرض شبيهة بحلقات الكوكب زحل إلا أنها ستكون أثقل منها ، ولكن كل هذه الأحداث المثيرة لن تحدث إلا بعد عدة بلايين من السنين .

ما هو الخسوف ؟

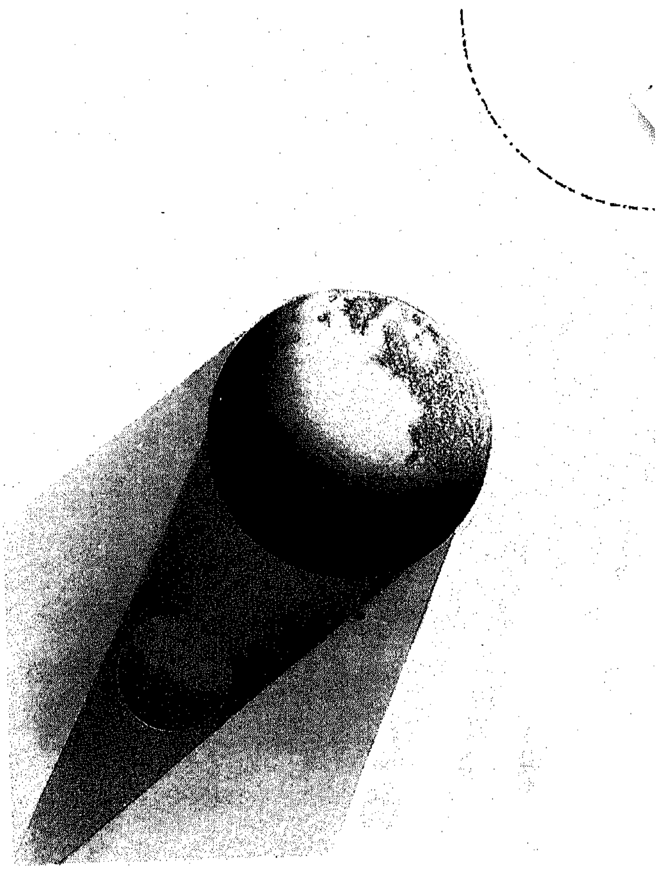
عندما يدخل البدر في الظل الدامس للأرض ويبدو كما لو كان قد اختفى ، فإنا نسمي ذلك خسوف القمر . ويحدث عادة خسوف أو خسوفان يمكن مشاهدتهما في الولايات المتحدة كل عام ، وكل شخص تقريباً قد شاهد خسوفاً واحداً على الأقل في حياته ، وغالبيتنا تستمتع بمراقبة منظر القمر حين يبدو وكأن ظل الأرض يبتلعه .

ولكن في الأزمنة القديمة ، لم يكن الناس يعرفون سبب الخسوفات فكان الذعر يدب بينهم . وحتى في وقتنا الحالي ، يسبب الخسوف هلعاً بين القبائل البدائية في إفريقيا .

كيف أنقذ الخسوف كولومبوس ؟

تحكي إحدى القصص أن كرستوفر كولومبس خلال رحلته الرابعة إلى العالم الجديد عام ١٥٠٤ أنقذ نفسه وبحارته بعلمه أن خسوفاً قمرياً سيحدث في ليلة معينة . لقد كان كولومبوس في أشد الحاجة إلى تموين سفنه ، ولكن الهنود رفضوا مده بشيء ، وعندئذ أبلغ زعماء الهنود أن إله المسيحيين غاضب لأنهم رفضوا مساعدته وأنه سيعاقبهم بالمجاعة ، وكعلامة لغضبه سيمحو القمر من السماء .

وعندما بدأ الخسوف كما قال كولومبوس دب الذعر بين الهنود فوعدوا بمده بكل حاجياته إذا أمكنه أن يقنع ربه بإعادة القمر إليهم ، وقد أذعن الهنود بعد انتهاء الخسوف .



يحدث خسوف القمر عند مروره في ظل الأرض ، وفي هذه الحالة يبدو القمر عادة مظلماً إلى لون أحمر برونزي قاتم .

كيف تحدد الخسوفات القمرية الأحداث التاريخية ؟

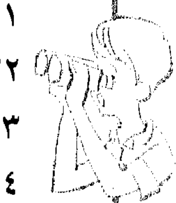
لما كان علماء الفلك قادرين على العودة بحساباتهم الفلكية إلى الوراء وتعيين تواريخ الخسوفات القمرية في الماضي البعيد ، فقد أمكنهم التأريخ الدقيق لكثير من الأحداث التاريخية . لقد حدث خسوف قمري في الليلة السابقة على وفاة الملك اليهودي هيرود الذي أمر بقتل جميع الأطفال الذكور في بيت لحم خلال العام الأخير من حكمه ، على أمل أن يُقتل المسيح الطفل خلال المذبحة العامة . ونحن نعلم أن الخسوف المشار إليه حدث يوم ١٣ مارس عام ٣ ق . م . ، وبذلك نستنتج أن مولد المسيح كان قبل بداية التقويم المسيحي بأربع سنوات على الأقل .

ماذا يسبب الخسوف ؟

تدور الأرض حول الشمس في مسار مستو . فمثلاً لو فرضنا أن الشمس تقع في مركز منضدة حجرة الطعام ، فإن الأرض تتحرك حولها في نفس مستوى سطح المائدة . ومن ناحية أخرى يتحرك القمر حول الأرض في مسار مائل بحوالي خمس درجات ، وذلك هو السبب في أننا لا نشاهد خسوفاً في كل مرة يصير فيها القمر بدراً . وبطبيعة الحال تلقي الأرض ظلاً يمتد إلى حوالي ٨٥٩٠٠٠ ميل في الفضاء ولكن القمر يمر عادة إما فوقه أو أسفله . أما إذا وقع القمر في نفس المستوى مع الأرض فإن ظلها يحجبه ويحدث الخسوف .

وفيما يــلي قائمة بالخسوفات التي شوهدت والتي يمكن مشاهدتها خلال الأعوام التالية :

١٩٧٠ – ٢١ فبراير ، ١٧ أغسطس
١٩٧١ – ١٠ فبراير ، ٦ أغسطس
١٩٧٢ – ٣٠ يناير ، ٢٦ يوليو
١٩٧٣ – ١٠ ديسمبر
١٩٧٤ – ٤ يونيو ، ٢٩ نوفمبر
١٩٧٥ – ٢٥ مايو ، ١٨ نوفمبر
١٩٧٦ – ١٣ مايو
١٩٧٧ – ٤ إبريل
١٩٧٨ – ٢٤ مارس ، ١٦ سبتمبر
١٩٧٩ – ١٣ مارس ، ٦ سبتمبر



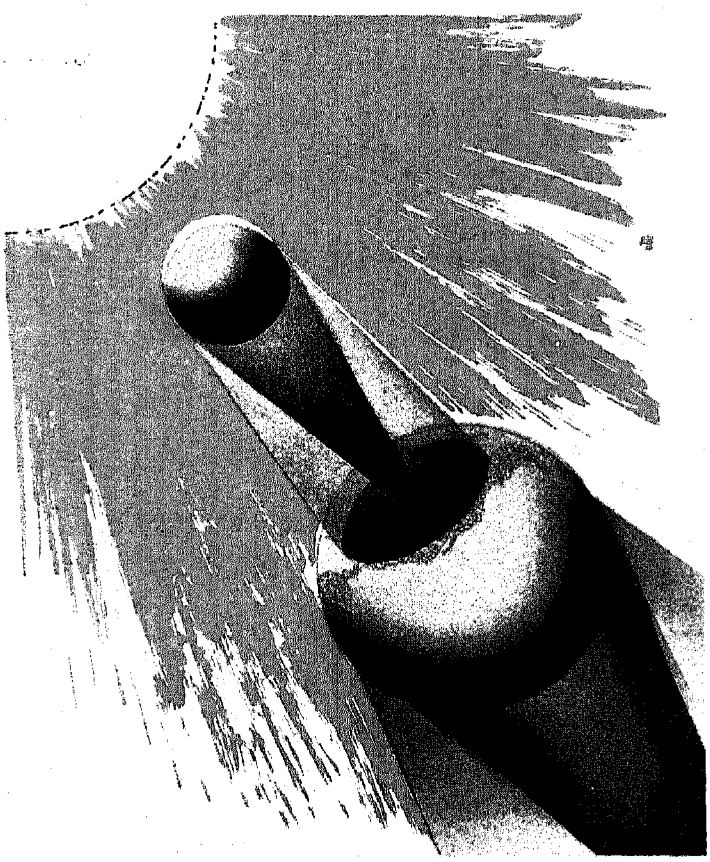
ما هو كسوف الشمس ؟

يحدث كسوف الشمس في أول الشهر القمري عندما يكون القمر بين الأرض والشمس . ويتراوح طول ظل القمر بين ٢٢٨٠٠٠ ، ٢٣٦٠٠٠ ميل ، ولذلك في معظم الأوقات التي يكون فيها القمر في الموضع المناسب لحدوث كسوف شمسي ، لا يصل ظل القمر إلى الأرض .

ومن ناحية أخرى ، إذا وقع أول الشهر القمري عند الحضيض (عندما يكون القمر عند أسفل نقطة في مداره) ، فإن ظل القمر يمتد عدة آلاف من الأميال وراء الأرض وفي هذه الظروف قد يغطي ظل القمر مساحة تقرب من ٤٧٥ ميلاً مربعاً من سطح الأرض .

ولهذه الأسباب تكون الكسوفات الشمسية أحداثاً نادرة عابرة ، فهي لا تستمر سوى بضع دقائق وتحدث في مواضع مختلفة كثيرة على سطح الأرض . فلو عرف الفلكيون مثلاً أن كسوفاً شمسياً سيحدث في مدينة كانو بإفريقيا في تاريخ معين فإنهم سيقضون عدة شهور في إعداد أجهزتهم في ذلك الموقع ليكونوا مستعدين لتصوير تلك الظاهرة .

وكان كبار الكهنة في الصين ومصر القديمة يلقِّنون الناس أنه عند حدوث كسوف شمسي يقوم تنين شرير بالتهام الشمس وأنها سوف تختفي



يحدث كسوف الشمس عند مرور القمر بينها وبين الأرض فيحجب الشمس عن إحدى مناطق الأرض .

إلى الأبد ما لم تقم الصلوات وتُقدم الهبات . وكان آخرون من السحرة والمنجمين إذا ما عرفوا باقتراب كسوف شمسي يهددون بإزالة الشمس من السماء إلا إذا أجيبت مطالبهم . فإذا ما بدأ الكسوف اقتنع الناس بأن الساحر ينفذ تهديده ووعيده . حتى إذا ما قدموا إليه ما يطلب ، وعدهم بأن يجعل الشمس تعود إلى الظهور خلال بضع ساعات ، وهو ما كان سيحدث على أي حال .

وإذا أسعدك الحظ بمشاهدة كسوف شمسي كلي ، ستكتشف أنه منظر يبعث على الرهبة . فعندما يقترب القمر من الشمس تبدأ السماء في الإظلام كما يحدث وقت الشفق العادي ، وتبدأ الديكة في الصياح ظناً منها أن الليل قد حل . وعندما يحجب القمر قرص الشمس المشتعل حجباً تاماً ، تصير السماء مظلمة كليلة غاب عنها القمر ، وبعد دقائق قليلة يمر القمر عبر قرص الشمس ويختفي عن الأعين ويعود ضوء النهار مرة ثانية .

من هو جاليليو ؟

منذ فجر التاريخ ، ظل الناس يحملقون في القمر ويتفكرون في شأنه . ولما لم يكن في استطاعتهم رؤيته خيراً مما نراه الآن بالعين المجردة ، فقد كانوا غير قادرين على معرفة الكثير عنه .

إن أول رجل شاهد صورة مقربة جيدة للقمر كان عالماً إيطالياً إسمه جاليليو جاليلي وقد اشتهر في التاريخ باسمه الأول .

ولقد سبق جاليليو ـ كعالم ـ عصره بمراحل ، فعندما كان في التاسعة عشرة من عمره طالباً في جامعة بيزا ، لاحظ التذبذب البطيء لمصباح معلق في سقف الكاتدرائية . ومن ذلك اكتشف نظرية البندول وكان أول من استخدمها في قياس الزمن . وتروي القصص أنه قام بإلقاء كرات معدنية مختلفة الأحجام من برج بيزا المائل وأثبت أن الوزن لا تأثير له على سرعة سقوط الأجسام ، كما قام بتحديد معجلة السقوط .

واهتم جاليليو برصد الأجرام السماوية ولكن ثبط من عزيمته أنه لم يتمكن من مشاهدتها بوضوح . وفي عام ١٦٠٩ ، علم أن صانع عوينات هولندياً يدعى جان ليبرشي قام بصنع آلة تتركب من عدة عدسات مجتمعة داخل أنبوبة وأنها تقرِّب الأشياء البعيدة كالأشجار والأشخاص وأطلق عليها إسم « الأنبوبة السحرية » . وسرعان ما التقط جاليليو هذه الفكرة الجديدة فقام بتحسين العدسات وضبط وضعها داخل الأنبوبة وبذلك صنع التلسكوب .





جاليليو أول رجل ينظر إلى القمر من خلال منظار مكبر .



أدى المنظار الذي استخدمه جاليليو إلى تقدم معلوماتنا عن القمر إلى حد بعيد . واليوم يمكن لآلات التصوير المركبة على المناظير القوية في مراصدنا الكبرى أن تلتقط صوراً واضحة لسطح القمر . وهذه الآلات قادرة على الحصول على صور دقيقة لأشياء على القمر لا يزيد طولها عن حوالي نصف ميل . ولهذا السبب لم تفلت من مراقبتنا أي علامة قمرية ضخمة (بالمقارنة إلى العلامات الأرضية) .

ولنا أن نتصور كيف اعتراه الانفعال حين وجه تلسكوبه إلى القمر لأول مرة ، فقد شاهد الفوهات والسلاسل الجبلية والسهول المنبسطة . ولما كانت هذه الأخيرة تبدو ملساء متماثلة كتجمعات ضخمة من المياه فقد أطلق عليها اسم البحار .

وقد قضى جاليليو جزءاً كبيراً من حياته الحافلة بالنشاط في دراسة السموات فعمل على توسيع نطاق أرصاده على القمر إلى حد بعيد ، ورصد البقع المعتمة على سطح الشمس من خلال منظاره ، كما اكتشف هلال الزُّهرة وأقمار المشتري الأربعة واستنتج أن المنطقة الضبابية المسماة بطريق اللبانة تتكون في الحقيقة من ملايين النجوم المنفردة .

وبطبيعة الحال ، كان منظار جاليليو الأول بدائياً ، ولكنه الجد الأكبر للمناظير الضخمة التي تكشف لنا الكثير في الوقت الحاضر عن سطح القمر .

لماذا نشاهد جانباً واحداً من القمر فقط ؟

تدور الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق مرة كل ٢٤ ساعة وينتج عن ذلك تعاقب الليل والنهار . ويدور القمر حول محوره في نفس الإتجاه وينتج الليل والنهار على القمر ، ولكن هنالك فرقاً كبيراً بين الجسمين ، فالقمر يدور حول محوره مرة واحدة كل $\frac{1}{3}$ ٢٧ يوماً أو مرة خلال كل دورة له حول الأرض .

بذلك تكون سرعة دوران الأرض حول محورها حوالي ١٠٠٠ ميل في الساعة عند خط الإستواء ، بينما لا تزيد سرعة دوران القمر عند خطه الإستوائي عن ١٠,٣٥ ميلاً في الساعة . وهاتان السرعتان للدوران منضبطتان بدقة تؤدي إلى أن جانباً واحداً من القمر يكون دائماً في مواجهة الأرض وهو ما نسميه « الجانب الأرضي » بينما نطلق على النصف الذي لا نشاهده على الإطلاق إسم « الجانب البعيد »

وفي استطاعتك أن تجري تجربة بسيطة توضح لك لماذا نشاهد دائماً نفس الجانب من القمر . ضع شيئاً ما ـ وليكن مقعداً ـ في وسط الحجرة مفترضاً أنه يمثل الأرض وأنت القمر . والآن سر ببطء حول المقعد في عكس اتجاه عقارب الساعة ، فستلاحظ بعد أن تكمل دائرة كاملة أن جسمك دار مرة واحدة بالنسبة لجدران الحجرة ولكن ، الجانب الأيسر من جسمك هو الذي كان متجهاً دائماً نحو المقعد بينما جانبك الأيمن كان مختفياً عنه على الدوام .

ولو كان القمر يدور حول الأرض في دائرة كاملة لرأينا خمسين في المائة تماماً من سطحه دون مزيد . ولكن حيث أن المدار ينحو قليلاً نحو القطع الناقص ـ أي أنه أعلى قليلاً عند الأوج ومنخفض عند الحضيض ـ لذلك فهو يبدو وكأنه « يترنح » في سيره .

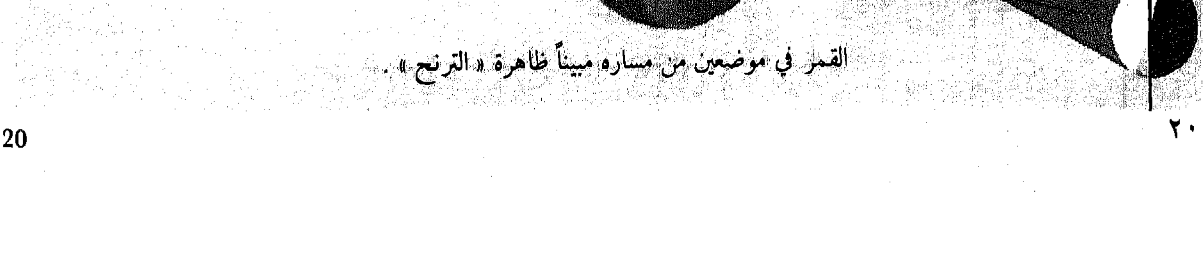
وهكذا عندما يكون محور القمر مائلاً نحونا فإننا نشاهد بضع درجات منه فيما وراء قطبه الشمالي ، وعندما يكون المحور مائلاً بعيداً عنا فإننا نشاهد بضع درجات منه وراء قطبه الجنوبي . وبنفس الطريقة نستطيع رؤية عدة درجات فيما وراء الحافتين الشرقية والغربية « للجانب القريب » من القمر . وبذلك يمكننا أن نرى في مختلف الأوقات حوالي ستين في المائة من سطحه أو عشرة في المائة زيادة على جانبه « الأرضي » الحقيقي .

كيف رأينا لأول مرة الجانب البعيد من القمر ؟

حتى عام ١٩٥٩ لم يكن لدى أحد منا فكرة محددة على الإطلاق عن شكل الجانب المختفي من القمر . وفي ذلك العام ، نجح علماء الاتحاد السوفييتي في إرسال مجس قمري هو « لونا — ٣ » الذي دار مرة حول القمر . وأثناء رحلته حول « الجانب البعيد » ، التقطت آلات التصوير المجهزة بها المركبة صوراً أرسلتها إلى المعامل على الأرض . وقد كشفت الصور حوالي نصف الأجزاء المجهولة حينئذ من سطح القمر . ورغم أن عدداً قليلاً من التكوينات هو الذي أمكن تمييزه وكانت تلك مطموسة المعالم بحيث لا تتيح المعلومات الدقيقة ، إلا أن الرحلة اعتبرت ذات دلالة هامة .

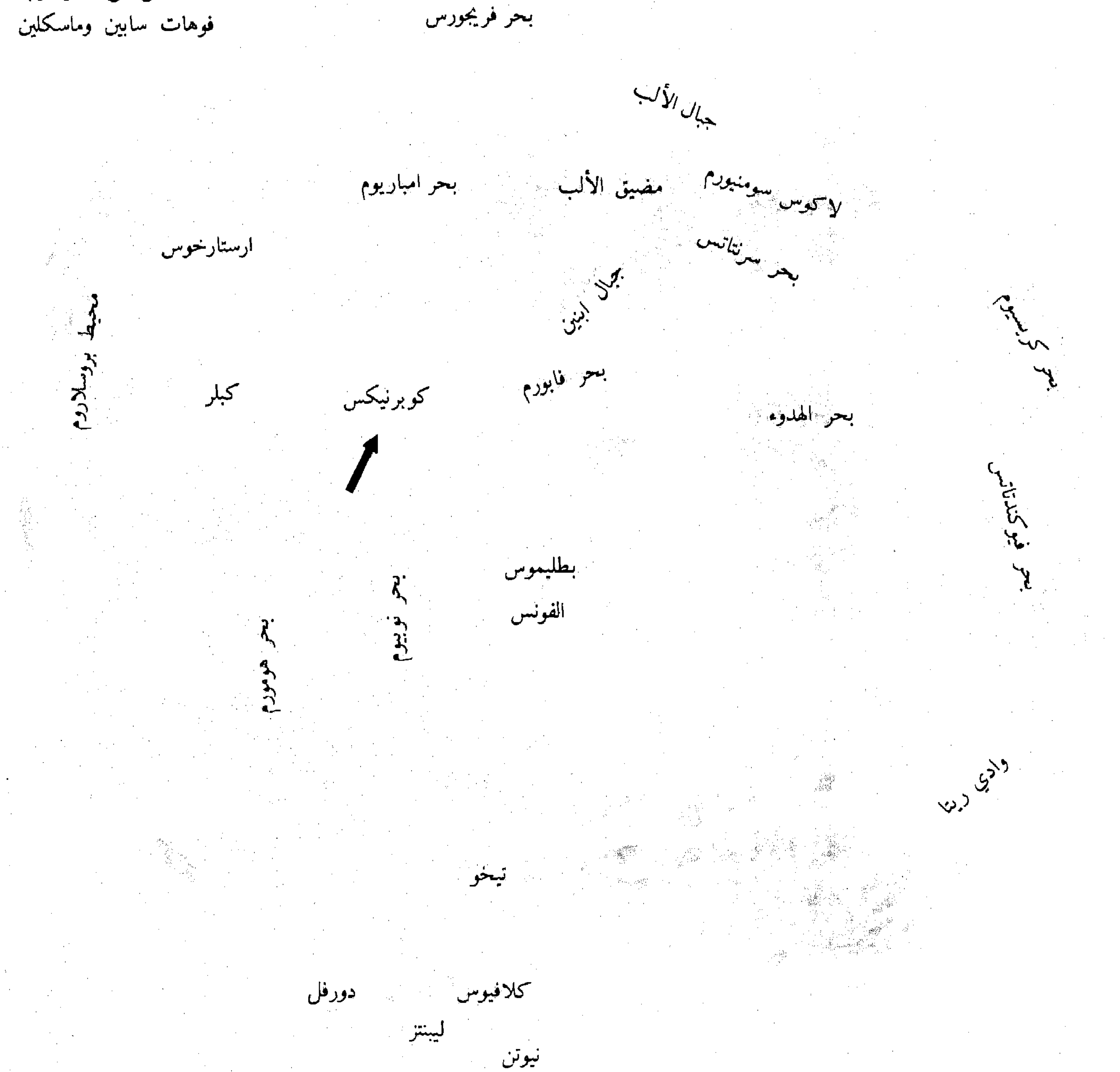
وفي يوم ٢٠ يوليو ١٩٦٥ قام مجس فضاء سوفييتي آخر إسمه « زوند — ٣ » بالتقاط صور للجانب المختفي من القمر ، كما أدت نفس المهمة « لونار أوربتر — ١ ، ٢ » اللتان أطلقتهما الولايات المتحدة في أغسطس ونوفمبر عام ١٩٦٦ .

وقد شملت مجسات الفضاء الأمريكية السابقة على هذا مركبات فضاء قمرية من نوع « رينجر »



القمر في موضعين من مساره مبيناً ظاهرة « الترنح » .

يبين السهم موقع هبوط
أول رجل على القمر قرب
فوهات سابين وماسكلين



الجانب المرئي من القمر . لقد أمكن تصوير أكثر من ٣٠٠٠٠ فوهة يتراوح اتساعها ما بين أكبرها « بيلي » وقطره ١٨٣ ميلاً ، و « كلافيوس » ١٤٦ ميلاً وبين أصغرها ١/٤ ميل في القطر . وأعمق فوهة هي نيوتن عمقها ٢٩٠٠٠ قدم . وأعلى الجبال ليبنتز ودورفيل تزيد على ٣٠٠٠٠ قدم وهي بذلك تربو على أعلى جبال الأرض (إفرست) . وأكبر الوديان المرئية هي وادي ريتا ــ ١١٥ × ١٥ ميلاً وكذلك مضيق الألب . وأكبر البحار بحر إمباريوم (بحر الأمطار) الذي يغطي حوالي ٣٤٠٠٠٠ ميل مربع ومحيط بروسلارم (بحر العواصف) .

و « سرفييور » التي أرسلت إلى الأرض ألوفاً من الصور لسطح القمر . وهكذا حتى قبل هبوط الإنسان على القمر ، كانت المعلومات متاحة للعلماء عن تربته بطريقة الجاروف الآلي .

كيف يبدو المنظر الطبيعي للقمر ؟

إن المعالم الرئيسية لسطح القمر هي سلاسله الجبلية والفوهات والبحار ، وكلها تقريباً ذات

أسماء خاصة مميزة . لقد أطلقت أسماء لاتينية على مناطق البحار التي رصدها الفلكيون الأوائل من أمثال جاليليو وهي : أوشيانوس بروسلارم (محيط العواصف) ، مار أمبريوم (بحر الأمطار) ، مار هوموروم (بحر الرطوبة) ، مار نوبيوم (بحر الغيوم) ، مار فابورم (بحر الأبخرة) ، مار ترانكيليتاتس (بحر الهدوء) ، مار فوكنديتاتس (بحر الخصوبة) ، لاكوس سمنيورم (بحر الأحلام) وغيرها كثير .

أما معظم السلاسل الجبلية الهامة فقد اتخذت أسماء جبال الأرض : الألب ، أبناين ، القوقاز ، جورا ، الكربات ، البرانس . وقد أطلقت أسماء مشاهير علماء الفلك على غيرها مثل لايبنتز ودورفيل .

واتخذت الفوهات أسماءها كذلك من أسماء



حيث أنه لا توجد عوامل تعرية على القمر ، فإننا نجد كل الجبال ذوات قمم حادة مشرشرة . ويستطيع الفلكيون حساب أبعاد الجبال بواسطة الظلال الواضحة التي تلقيها على سطح القمر .

كبار العلماء والفلاسفة القدامى والمحدثين : أفلاطون ، كوبرنيكوس ، أقليدس ، أرشميدس ، فاراداي ، كافندش ، روس ، بيكرنج ، لي ، نيوتن وكثيرين غيرهم .

وعندما قام الروس برسم أول خريطة « للجانب البعيد » من القمر أطلقوا على المعالم الجديدة البارزة التي اكتشفوها أسماء : بحر موسكو ، الجبال السوفييتية ، فوهات تسيولكوفسكي ، لومونوسوف ، تسو تشانج تشن .

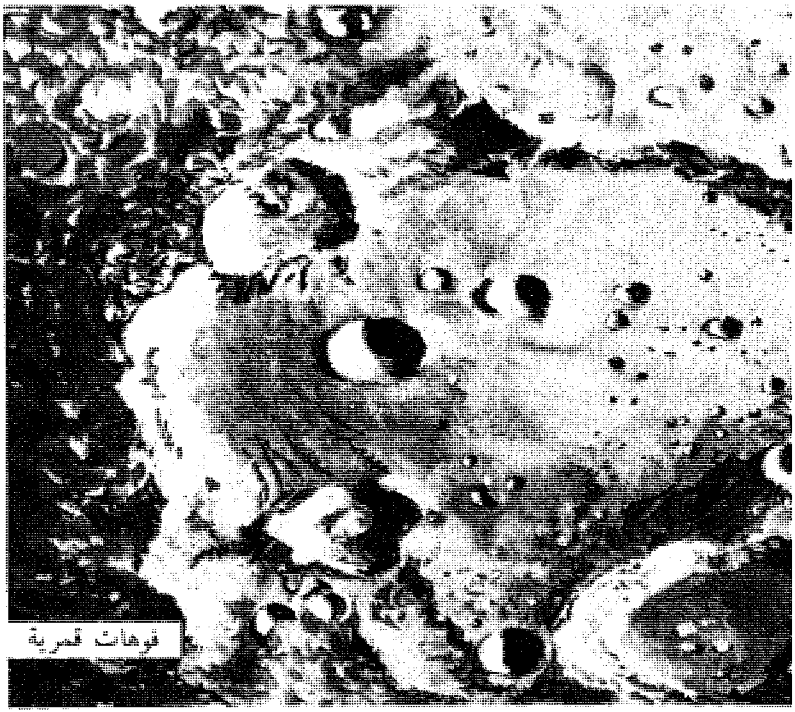
ما هي الجبال على القمر ؟

من المحتمل أن تكون جبال القمر قد تكونت عندما كان في مرحلة التغير من الحالة السائلة إلى الصلبة وكان باطنه إذ ذاك منصهراً . فعندما برد تجعد سطحه وتشقق مثل قشرة البرقوق الجاف تماماً كما تكونت في الأصل جبال الأرض .

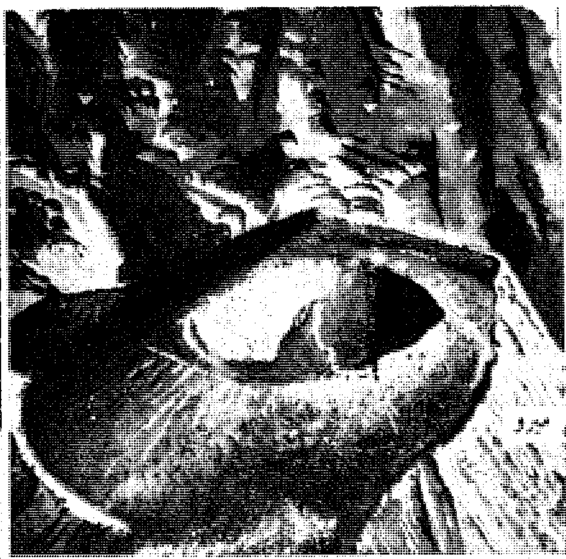
ومن ناحية ، نجد ارتفاع جبال ليبنتز عن قاعدتها ٢٩٠٠٠ قدم وذلك يضارع ارتفاع قمة « إفرست » أعلى جبال الأرض . وتشير الحسابات الحديثة ــ التي ما زالت في حاجة إلى تأييد ــ إلى وجود بعض جبال قمرية أكثر ارتفاعاً من ذلك .

ما هي الفوهات ؟

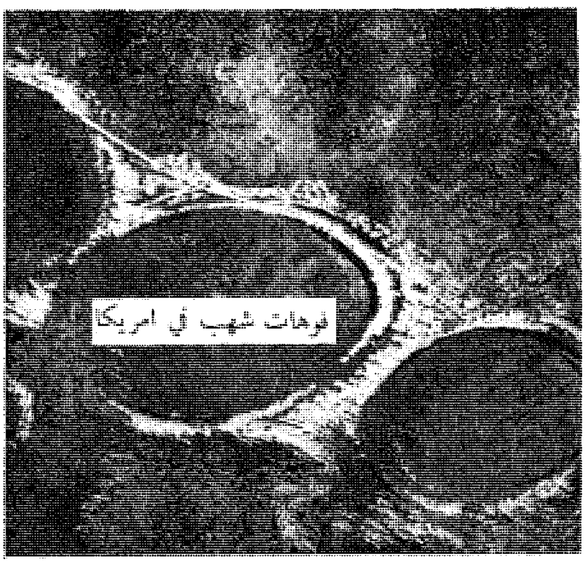
لقد أمكن إحصاء ٣٠٠٠٠ فوهة على سطح القمر ، تتراوح أحجامها بين فوهة قطرها ١٥٠ ميلاً من الحافة إلى الحافة وبين بقعة صغيرة نسبياً قطرها جزء من الميل . فمثلاً نجد قطر الفوهة كلافيوس حوالي ١٤٦ ميلاً ، فإذا وقف مستكشف للقمر في مركز تلك الفوهة فهو لا يرى حافتها إذ تكون مختفية تماماً عن ناظره فيما وراء أفق القمر القريب نسبياً .



صور مقربة للفوهات القمرية في منطقة كلافيوس بالمقارنة بفوهة مونت ميرو وهي فوهة أرضية بركانية غير عادية على شكل دائرة على (تنجانيقا بأفريقيا) وفوهات النيازك بالولايات المتحدة . والمقارنة تؤيد نظرية أن معظم الفوهات القمرية نشأت عن الشهب الضخمة .



جبل ميرو

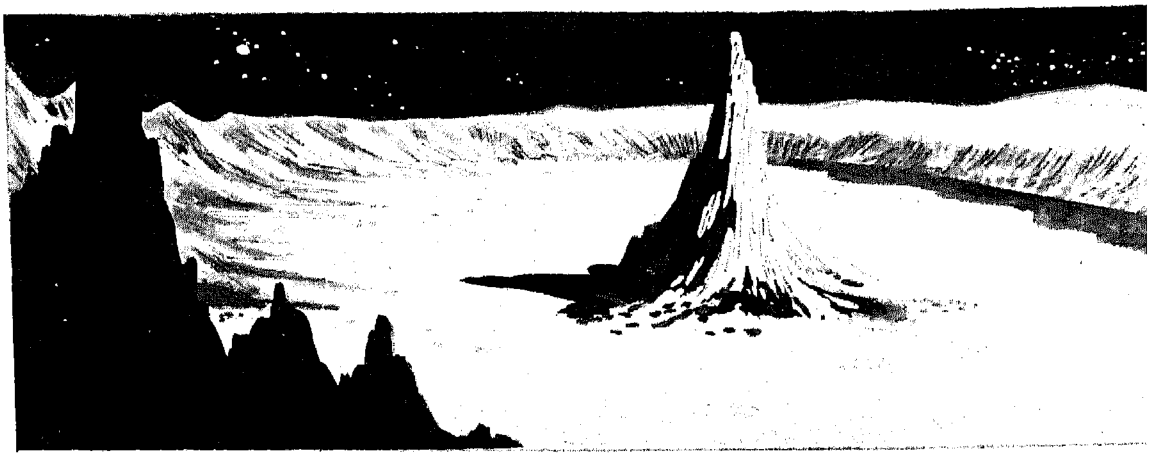


ويسعى العلماء للوصول إلى نظرية تفسر كيف نشأت تلك الفوهات . ومع ذلك فمن المعتقد أن بعض الفوهات الصغيرة قد تكون نتيجة لنشاط بركاني خلال مراحل تكوين القمر . وفي الحقيقة لقد رصد أحد علماء الفلك منذ بضع سنوات ما بدا أنه غاز مندفع من داخل الفوهة ألفونسس. فإذا صحت تلك الأرصاد ، كان معنى ذلك أن باطن القمر ما زال ساخناً في حالة غازية وأن احتمال وجود نشاط بركاني على سطحه ما زال قائماً .

ولما كان عدد قليل من الفوهات القمرية يماثل فوهات البراكين الأرضية ، فمن المعتقد أن معظمها سببه اصطدام عنيف لشهب كبيرة آتية من الفضاء بسطح القمر . ويعتقد بعض العلماء أن اصطدام شهاب بسطح القمر بزاوية مائلة ينتج عنه فوهة بيضاوية تتحول إلى دائرية بفعل حرارة التصادم ، بينما يجادل علماء آخرون بأنه مهما تكن زاوية الاصطدام فإن الفوهة تكون دائرية ومعظم فوهات القمر دائري .

أما حجم الشهب التي نتجت عنها الفوهات الكبيرة فلا بد أن تكون هائلة تؤدي إلى انفجارات تفوق ألوف المرات أقوى القنابل النووية . والقمر عرضة بصفة دائمة لقصف الشهب الكبيرة منها والصغيرة .

والأرض كذلك معرضة لقصف الشهب ،



بعض الفوهات الدائرية مثل كوبرنيكوس بها قمم مركزية ضخمة وتبين بوضوح انحداراً في الحرف الداخلي .

إلا أنه عند اقتراب الشهاب منها فإنه يحترق ويتبخر لحظة دخوله في الطبقات الكثيفة للغلاف الجوي حيث نشاهد الكبير منها على هيئة « نجوم منقضة » . وإذا كان الشهاب في الأصل كبيراً إلى حد كاف ، فقد يتخلف عنه جزء صغير يصل إلى الأرض على هيئة قطعة من المعدن .

ولما كان القمر خالياً من الغلاف الجوي ، فإنه يمكن للشهاب أن يصدمه بأقصى قوة وبذلك يحفر منخفضاً كبيراً في سطحه .

كذلك تعمل الرياح والمياه في الأرض بصفة دائمة على تغيير سطحها وإزالة آثار تاريخها الجيولوجي ، ولكن لا توجد في القمر عوامل للتعرية المصاحبة للرياح والمياه . ولذلك يكاد يكون من المؤكد أن كل أثر حدث على سطح القمر خلال بليونين أو ثلاثة بلايين خلت من السنين بقي كما هو تماماً كما حدث في بدايته .

ولم يرصد العلماء أي فوهات جديدة ذات حجم مناسب نشأت على القمر منذ ابتكار المنظار الفلكي . ومن ذلك نستنبط أن قصف الشهب للقمر ـ وخاصة الشهب الضخمة ـ خلال مئات أو آلاف السنين الأخيرة لم يكن بنفس كثافته في الماضي البعيد .

ما هي القنوات ؟

القنوات أقل معالم سطح القمر بروزاً ، فهي أخاديد طويلة ضيقة بعضها عميق وبعضها ضحل ، وتقع قرب البحار المستديرة وتتصف بمسار متعرج يمتد بين ميل أو ميلين إلى عدة مئات من الأميال (إحدى هذه القنوات وهي قناة هيباشيا أطلق عليها إسم « طريق الولايات المتحدة رقم ١ » وتم استخدامه كعلامة لهبوط أبولو ١١) . وبسبب التشابه بينها وبين مختلف الطرق المائية في الأرض ، نشأ الإعتقاد بأنها ربما كانت قد نشأت منذ ملايين السنين من جريان المياه .

ما هي الأشعة ؟

من أكثر الغوامض بعثاً للحيرة بين مناظر القمر ما تسمى بالأشعة ، فهي عبارة عن خطوط لامعة تنبعث في جميع الاتجاهات خارجة من بعض الفوهات الكبيرة وأهمها فوهات تيخو ، وكوبرنيكوس ، وكبلر وكذلك من كثير من الفوهات الأصغر حجماً . وبعض الأشعة التي تنبعث من تيخو طويلة إلى درجة أنها تمتد إلى أكثر من ٢٠٠٠ ميل بعيداً عن الفوهة وتختفي وراء الأفق في الجانب البعيد من القمر .

لم يستطع أحد أن يحدد تماماً كيف نشأت تلك



لا توجد مياه في البحار مثل بحر امباريوم في الصورة . وإلى اليمين أعلى الصورة نجد جبال أبنين .

ي باديء الأمر أو مم تتكون ، ولكن
ية تذكر أنها ألسنة طويلة من غبار القمر
ه الشهب التي كونت الفوهات .

لك أن تعرف كيف يمكن أن يحدث
وضعت كومة صغيرة من مسحوق الزينة
ى قطعة ورق سوداء ثم تطرقها بعنف
ناحية المستديرة من الملعقة ، فستجد أن
يتطاير في جميع الإتجاهات على نفس
ي تبدو به الأشعة التي نراها في القمر .

ان القمر لا يحتوي على هواء أو رياح
ن انتظام الغبار ، فإنه يظل كما كان
عند تكوينه في باديء الأمر .

وتشير نظرية أخرى إلى احتمال تركيب هذه الأشعة من مواد طبقة داخلية قمرية فاتحة اللون اندفعت من الفوهة بتأثير الشهاب . وقد تكون حرارة اصطدام الشهاب والانفجار قد صهرت



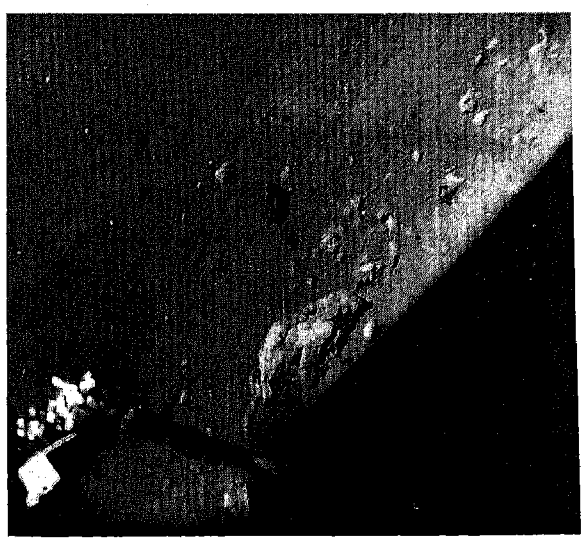
تعتبر الأشعة المنبعثة من الفوهات الكبيرة طلاسم محيرة . ويبدو هنا تيخو والأشعة ممتدة إلى أكثر من ٢٠٠٠ ميل من الفوهة ثم تختفي عبر الأفق في الجانب البعيد من القمر .

تلك المادة وحولتها إلى نوع من الحبيبات الزجاجية التي تعكس الضوء ، وفي ذلك تفسير للحقيقة التي نشاهدها من تغير لمعان الأشعة مع اختلاف أوجه القمر .

ما هي « البحار » ؟

يطلق اسم « البحار » على المناطق المستوية الشاسعة من القمر ، لأن الفلكيين القدامى عندما نظروا إلى القمر خلال مناظيرهم البدائية لم يكونوا يعرفون أن القمر جسم لا حياة ولا مياه فيه ، ولذلك اعتقدوا أن أجزاء من سطحه لا بد وأن تكون مغطاة بالمياه كالبحار في الأرض . أما الآن فنحن نعلم أن « البحار » عبارة عن صحارى مغطاة بالأتربة ، ولكننا تركنا لها اسمها الأصلي . وفي الواقع ، في وقت من الأوقات عندما كان القمر في مرحلة التكوين ربما كانت بحاراً حقيقية من المواد المنصهرة .

ولما كانت « البحار » مستوية وتبدو أقل خطورة من مناطق الجبال الوعرة في القمر ، فإن بحر الهدوء أصبح الموقع المختار لأول هبوط للإنسان بواسطة الوحدة القمرية « النسر » التابعة لأبولو ١١



صورة لسطح القمر التقطتها سرفييور ١ في يونيو ١٩٦٦ . تظهر فيها صخرة ارتفاعها حوالي ٦ بوصات وطولها ١٨ بوصة على بضع أقدام من سرفييور ١ على سطح القمر . وكانت الصخرة على بعد ١٢ قدماً من الكاميرا التليفزيونية .

ماذا نعرف عن سطح القمر ؟

يهتم العلماء إلى حد كبير بسطح القمر ، مثل الرجال الذين أنيطت بهم مهمة استكشافه . فمنذ سنوات قلائل فقط كان المعتقد أن سطح القمر عبارة عن طبقة من الغبار عمقها ألوف الأقدام . وبسبب ضعف جاذبية القمر ، كان الخوف سائداً من أن يكون الغبار غير متماسك تماماً وأن أية سفينة فضاء مقدر لها أن تهبط ستغوص على الفور كما لو صادفت نوعاً ما من الرمال المتحركة .

ولا شك أن الهبوط في مثل تلك الظروف كان لا بد أن يؤدي إلى كارثة ، إذ لن يتمكن الرواد من مغادرة السفينة ، كما ينعدم الأمل في عودتهم إلى الأرض لأنه سيكون الانطلاق للعودة في تلك الحالة مستحيلاً .

وكان من الضروري التأكد من كثافة سطح القمر قبل وضع أي خطة لهبوط الإنسان عليه . فلكي يتم تصميم وبناء المركبة المناسبة ، كان على المهندسين والصناع أن « يعلموا » خصائص السطح عن يقين لا عن تخمين .

ولقد فشلت معظم المحاولات الأولى لاستكشاف القمر بواسطة مجسات فضاء آلية ، إذ أن سفن الفضاء الموجهة للقمر إما أنها سقطت عائدة إلى الأرض أو بعدت عن القمر أو اصطدمت بسطحه اصطداماً عنيفاً فتحطم كل ما تحمله من أجهزة .

أما أول مجس قمري من هذا النوع نجح إلى حد ما فقد أطلق في ٤ أكتوبر ١٩٥٩ (أي بعد عامين من يوم إطلاق القمر الصناعي السوفييتي سبوتنيك الذي افتتح عصر الفضاء) ، وذلك عندما أرسل الاتحاد السوفييتي مركبة الفضاء لونا ٣ التي دارت حول القمر وأرسلت إلى الأرض صوراً للجانب البعيد منه . إذ كانت تلك أول مرة تتاح للإنسان فيها فرصة دراسة أو حتى مشاهدة الجانب المختفي من القمر .

ولازم الفشل برامج مجسات القمر طوال السنوات الست التالية ، ثم نجحت الولايات المتحدة نجاحاً عظيمـاً ثلاث مرات حينما التقطت رينجر ٧ ، ٨ و٩ صوراً واضحة ممتازة لسطح القمر من مسافة قريبة نسبياً .

وفي ٣١ يناير ١٩٦٦ أرسل الاتحاد السوفييتي لونا ٩ إلى القمر . وعندما اقتربت المركبة من هدفها ، انطلقت الصواريخ فخفت سرعتها ولم يكن هبوطها ذا أثر مدمر مثل سابقاتها . وكانت لونا ٩ تحمل آلة تصوير مجهزة ضد الصدمات ، أرسلت إلى الأرض تسع صور أخذتها على سطح القمر .

وفي يونيو ١٩٦٦ تمكنت مركبة فضاء أمريكية ـ سرفييور ١ ـ من الهبوط برفق على القمر وأرسلت ألوف الصور التي بينت أن سطح القمر لم يكن طبقة كثيفة من الغبار بصفة عامة .

وخلال الشهور القليلة التالية أطلق الاتحاد السوفييتي أربع مركبات فضاء لتدور حول القمر وتبعث بالصور والبيانات العلمية وقد نجحت ثلاث منها في مهمتها . وأرسلت الولايات المتحدة ثلاث مركبات تصويرية لتدور حول القمر ، ونجحت كلها في إرسال الصور التفصيلية .

وبحلول مرحلة هبوط الإنسان على القمر واستكشافاته له ، تمكن العلماء من التعجيل بدراساتهم لسطح القمر عن طريق التحليل المباشر وفحص عينات الصخور والتربة التي جاء بها رواد الفضاء إلى الأرض . لقد جمع رائدا (أبولو ١١) أرمسترونج وألدرين حوالي ستين رطلاً من تربة وصخور القمر خلال الساعتين اللتين أمضياهما على القمر ، وأحكما وضعها في صناديق داخل الوحدة القمرية (إيجل) للاحتفاظ بخصائصها الطبيعية وتسليمها كما هي عند عودتهما. وقد دلت الفحوص المبدئية للعينات القمرية على أن الصخور نارية في أساسها شبيهة بالبازلت مثل الصخور التي نجدها على الأرض في جميع العصور الجيولوجية والتي تحولت من المواد المنصهرة إلى الحالة الصلبة . وتشير الفجوات في بعضها إلى فقاعات غازية في سوائل بركانية متجمدة ووجود مثل هذه الصخور يؤيد نظرية أن القمر عاش فترة في نشاط بركاني وإن كان هذا التأييد لا يصل إلى حد اليقين . وفي الحقيقة ، ان هذه الحالة ما زال محتملاً وجودها إلى حد ما في وقتنا الحاضر .

وكثير من الصخور الكبيرة الآتية من القمر كانت مغطاة بطبقة من الغبار الناعم البني الشبيه بالجرافيت ، ودلت الفحوص الميكروسكوبية على أنها تشبه أساساً الصخور البركانية .

من المعتقد أن القمر يتركب بصفة عامة من مواد مشابهة للقشرة الخارجية من الأرض أو على وجه الخصوص سليكات الحديد المغنسيومي . والأكسجين ـ الذي هو من مكونات الماء ـ يبدو أكثر العناصر وفرة في قشرة القمر ، فإذا ما ثبت بعد حين وجود مياه على هيئة جليد أو تيار بركاني

فسيكون لذلك فائدة عظمى ، وحينئذ سيصير في الإمكان صنع وقود الصواريخ على القمر نفسه لتحويل هذا التابع إلى محطة رئيسية لتزويد رحلات استكشافات الفضاء فيما وراء القمر بالوقود .

ويبدو أن بحر الهدوء ـ حيث هبط أول إنسان من الأرض ليجمع عينات من تربة القمر ـ غني بصفة خاصة بالتيتانيوم . ونحن لم نصل إلى تلك النتيجة عن طريق تحليل العينات المأخوذة من موقع الهبوط فقط ، بل من التحاليل السابقة للبيانات التي حصلت عليها (سرفييوره) على بعد عشرين ميلاً من هذا الموقع . إن الوفرة النسبية لذلك المعدن على القمر ـ وهي أعلى مما يوجد في صخور الأرض وفي النيازك ـ قد تتضح أهميتها وقيمتها في الأغراض العلمية والتجارية .

هل يوجد هواء وماء في القمر ؟

إذا تقبلنا أشهر نظرية علمية وهي أن القمر والأرض تكونا في نفس الوقت ومن نفس المواد الأساسية ، فإننا حينئذ نستطيع القول باحتمال اتباعهما نفس دورة التطور . وفي هذه الحالة ، كان للقمر في وقت من الأوقات غلاف غازي وكذلك نوع ما من المياه .

فإذا كان الغلاف الجوي والمياه قد بقيا على الأرض ، فلماذا إذن لم يبقيا على القمر ؟ يعتقد معظم العلماء أن الجواب يكمن في الفرق بين قوة جاذبية الأرض ومثيلتها في القمر .

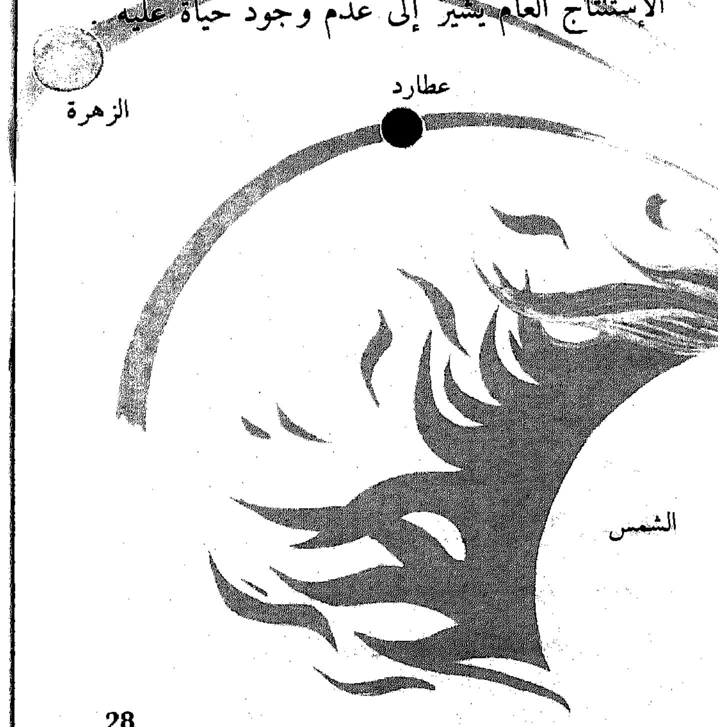
لقد حفظت جاذبية الأرض غلافنا الجوي ومياهنا من الهروب إلى الفضاء أثناء دوران الأرض ولكن جاذبية القمر لم تكن بالشدة الكافية لتحفظ غلافه الجوي . ولذلك ـ على مدى ملايين السنين ـ هرب هواؤه ورطوبته إلى فراغ الفضاء .

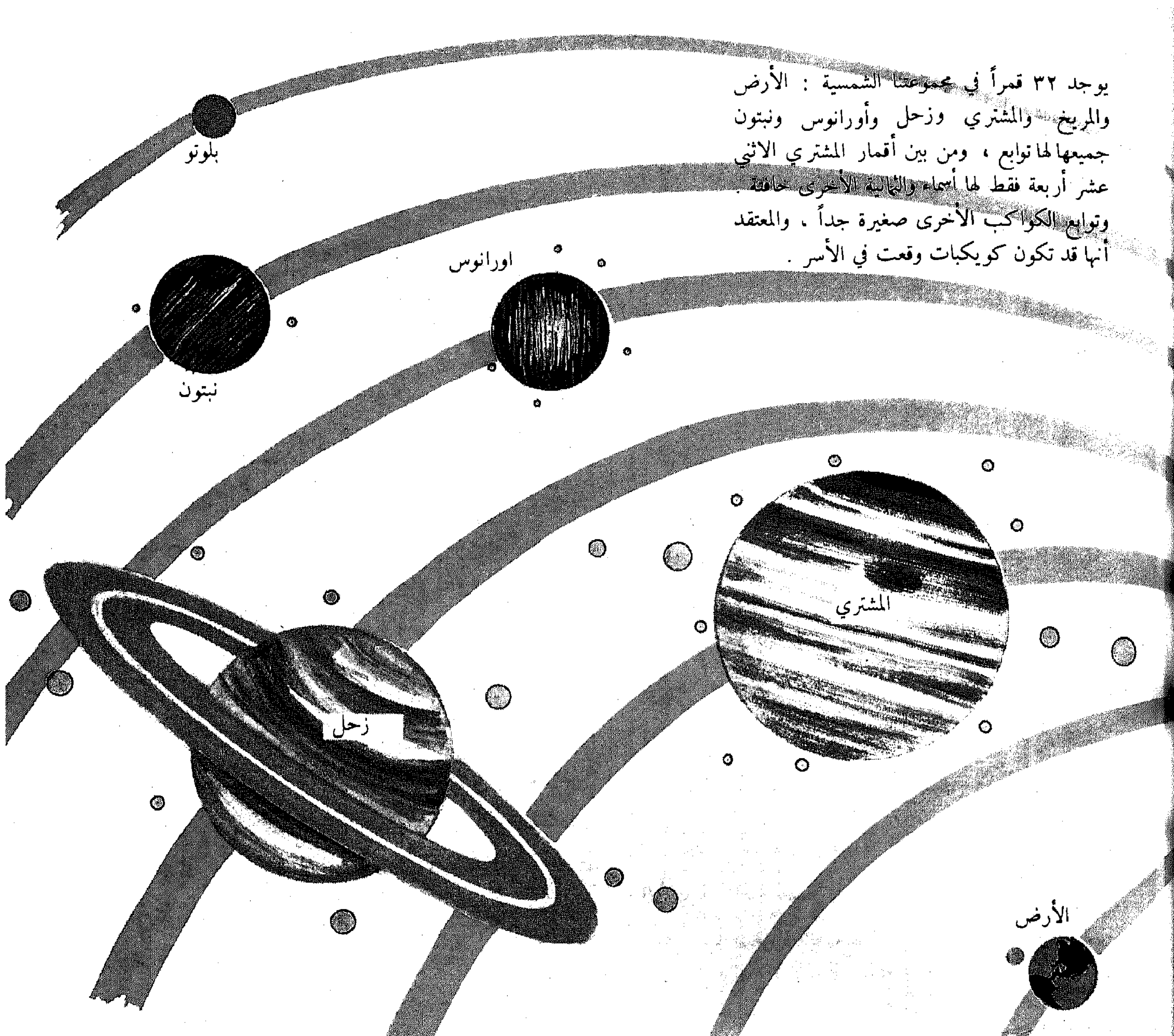
ومع ذلك ، توجد آثار غلاف غازي على القمر يتمثل في بضع جزئيات غازية عالقة بالتشققات في السطح ، ولا يزيد هذا الغلاف على أكثر تقدير عن واحد في المليون من الغلاف الجوي للأرض وذلك يعادل بالتقريب ضغط الهواء على ارتفاع سبعين ميلاً فوق سطح الأرض . ومن الناحية العملية يمكن اعتبار القمر جسماً بالغ السخونة والبرودة لا ماء فيه ولا هواء .

وبطبيعة الحال يتم تزويد روادنا إلى القمر بأردية فضاء تحميهم من الحرارة والبرودة المتطرفة والانعدام الكلي لضغط الهواء بالإضافة إلى الأخطار الرئيسية الأخرى ، كما أن تزويدهم بالأكسجين ضروري للمحافظة على حياتهم .

هل توجد حياة على القمر ؟

لما كان القمر عديم الهواء والماء ، فإن الاستنتاج العام يشير إلى عدم وجود حياة عليه .





ومع ذلك ، هناك اختلاف في الآراء كما هو الحال في معظم ما يتعلق بالقمر . لقد اقترح بعض العلماء أن التغيرات في اللون التي حدثت في بعض فوهات القمر قد ترجع إلى نوع من النباتات التي نمت هناك خلال اليوم القمري الحار . ومن المفروض عند وجود مثل هذه النباتات أنها تتجمد خلال الليل القمري البارد ثم تعود إليها الحياة عندما تشرق الشمس ثانية . ويمكن مقارنة هذه الدورة بالأشجار على الأرض حين تبدو عديمة الحياة خلال الشتاء ثم تورق وتزدهر ثانية في الربيع .

وقد رصد أحد علماء الفلك رقعاً متحركة على أرض إحدى الفوهات على الأقل ، وكان تفسيره لذلك احتمال كونها أسراباً من نوع ما من الحشرات تتغذى على تلك النباتات ولكن معظم الثقات اتفقوا على استحالة وجود أي نوع من الحياة على القمر .

ولقد وُكِّل إلى أول فريق استكشاف صعد إلى القمر مهام علمية تتراوح بين المهام البسيطة وبين المهام الطموحة بحثاً عن أي نوع من الحياة تكون متحصنة تحت السطح .

هل هناك أقمار أخرى في مجموعتنا الشمسية ؟

إلى جانب قمرنا ، يوجد ٣١ قمراً تدور حول الكواكب الأخرى في مجموعتنا الشمسية ، منها ١٢ حول المشتري ، ١٠ حول زحل ، ٥ حول أورانوس بينما نجد لكل من المريخ ونبتون قمرين .

وإذا توخينا الدقة ، فإننا يجب أن لا نطلق على هذه التوابع اسم أقمار لأن القمر الوحيد الحقيقي هو تابع الأرض . ولكن لما كنا نشير إليها عادة باسم « أقمار » فإننا سنستعمل هذا الإسم هنا .

ولقد أطلق على قمري المريخ ـ وهو الكوكب المشابه للأرض ـ إسما ديموس وفوبوس ، وكلاهما صغيران إذ يتراوح قطر ديموس بين خمسة وعشرة أميال بينما يبلغ حجم فوبوس حوالي ضعف ذلك .

ونحن نعلم أن « سرعة الإفلات » من الأرض ـ وهي السرعة اللازمة لمركبة فضاء كي تتخلص من مجال الجاذبية الأرضية ـ هي حوالي ٢٥٠٠٠ ميل في الساعة . ولذلك فإن أقوى أنواع الصواريخ فيما لدى (ناسا) منها هي الوحيدة القادرة على إعطاء مثل هذا الدفع الهائل . ولكن الجاذبية على ديموس من الضعف بحيث يمكن للإنسان أن يقفز بعيداً عن القمر الصغير مندفعاً إلى الفضاء باستخدام قوة عضلات ساقيه وحدها . وعلى أي رائد فضاء في المستقبل يتصادف هبوطه على ديموس أن يكون حذراً جداً حتى لا يجد نفسه سابحاً في الفضاء الخارجي .

وبسبب صغر أقمار المريخ هذه إلى حد كبير فقد ظهرت نظرية غريبة لتفسير وجودها . إذ يبدو المريخ كوكباً في طريقه إلى الفناء ، ويعتقد بعض الناس أنه كان في وقت من الأوقات ذا غلاف جوي مماثل لغلافنا وأنه كان آهلاً بالمخلوقات الذكية . وتستطرد النظرية قائلة إنه عندما خف نقص حجم الغلاف الجوي وصارت الحياة مستحيلة على الكوكب ، قام « رجال » المريخ ببناء سفينتي فضاء هائلتين حتى يمكنهم الحياة فيهما تحت ظروف صناعية ثم أطلقوهما في مداريهما . وتبعاً لهذه النظرية الخيالية يكون ديموس وفوبوس قمرين صناعيين .

اكتشف جاليليو ـ كما علمنا ـ أكبر أربعة أقمار للمشتري . وقد أطلق على هذه الأقمار أسماء يو ، يوروبا ، جانيميد ، كاليستو . ويبلغ حجم يو تقريباً حجم قمرنا بينما يوروبا أصغر قليلاً والآخران أكبر قليلاً . ويبدو أن الثلاثة الأولى تتكون من الصخر مثل قمرنا ولكن من المحتمل أن يكون كاليستو عبارة عن كرة صلبة من الثلج أو لعله قلب من الصخر مغطى بالثلج .

وقد اكتشف علماء الفلك خلال السنوات الأخيرة ثمانية أقمار أخرى تدور حول المشتري ، وجميعها صغيرة الحجم تتراوح أقطارها بين ٢٠ ، ١٥٠ ميلاً .

ولزحل تسعة أقمار معروفة ، أكبرها وهو تيتان يعتبر أكبر قمر في مجموعتنا الشمسية . فهو تقريباً في حجم المريخ ، ويبدو أن له غلافاً جوياً خاصاً به يحتمل أنه يتكون من غاز الميثين . ومن المعتقد أن بعض الأقمار الصغيرة لزحل قد لا تكون ـ مثل كاليستو ـ سوى كرات من الثلج .

وبالإضافة إلى الأقمار التسعة ، تحيط بزحل أيضاً حلقة تثير الانتباه ، فهي تتركب من بلايين الأقمار الدقيقة تتراوح أحجامها بين ذرة غبار وكرة البيسبول . ولما كانت الحلقات عاكسة

جيدة للضوء فالمعتقد أنها تكون كرات ثلجية دقيقة أو صخور مغطاة بالثلج .

وتقصر معلوماتنا كثيراً عن أقمار أورانوس ونبتون ، سوى أن أورانوس له خمسة أقمار ونبتون قمران . ولا يزيد قطر أصغر قمري نبتون – نيريد – عن حوالي مائتي ميل ، بينما أكبرهما وهو تريتون عملاق يتراوح قطره بين ٣٠٠٠ ، ٥٨٠٠ ميل ، ولكن بين جميع الأقمار في السماء ، فإن قمرنا أكثر ما يثير انتباهنا .

هل يحتوي القمر على معادن ذات قيمة ؟

إن إنتاج المعادن في الأرض يتناقص تدريجياً ، ورغم أن الأمر قد يستغرق ألوف السنين قبل أن تنضب مصادرها نهائياً ، إلا أن الحكومة والصناعة تتطلع جميعاً إلى ما في القمر من رواسب المواد الخام لاستخدامها في الأرض في المستقبل البعيد . وقد قامت كل بعثة من بعثات أبولو بإضافة بيانات جديدة عن فلزات ومعادن القمر .

وحتى الآن ، تكشف لنا الاختبارات التي أجريت على صخور وتربة القمر التي جاء بها إلى الأرض رواد أبولو بالإضافة إلى المعلومات السابقة التي تكونت عن طريق أجهزة سرفييور ومركبات الفضاء الأخرى ، تكشفت عن وجود عناصر تشابه ما يوجد على الأرض في صخور البازلت . ومعظم صخور القمر التي تم تحليلها هي من البازلت إلا أنها تختلف عما يوجد في الأرض باحتوائها على كمية أكبر من التيتانيوم والحديد وكمية أصغر من المياه والأكسجين والمواد الأخرى القابلة للتبخر . ومن العناصر الكيميائية الأخرى المعروف بوجودها في القمر بكميات متفاوتة نجد السليكون والكبريت والألومنيوم والماغنسيوم والاسكانديوم والفاناديوم .

هل توجد في القمر معادن جديدة ؟

اكتشف علماء المعادن الذين ساعدوا في فحص الصخور القمرية التي أحضرت إلى الأرض ثلاثة معادن جديدة على الأقل غير مألوفة في الأرض . وسيطلق على هذه المعادن أسماء بيروكسمانجيت ، كروميوم تيتانيوم سبينل ، فروبسيدو بروكايت . ومن المحتمل أن تكشف العينات التي ستجلبها بعثات أبولو القادمة عن معادن أخرى جديدة .

لماذا نرغب في استكشاف القمر ؟

كان حلم الإنسان منذ قرون عديدة أن يصعد يوماً ما إلى القمر . ولم تتخذ تلك المحاولات الصبغة العملية حتى تم تطوير مركبات إطلاق بالغة القوة مثل صاروخ ساتيرن ٥ ومركبة فضاء أبولو . ولقد اقتضى الأمر سنوات طويلة من التخطيط الدقيق من جانب كل من إدارة الفضاء والملاحة الجوية الوطنية الأمريكية (ناسا) ووكالة الفضاء السوفييتية ، وتدريباً واسع النطاق للرجال المزمع إرسالهم في بعثات القمر ، وتكاليف بلغت بلايين الدولارات ، كل ذلك تم إنفاقه وتوجيهه لبلوغ ذلك الهدف .

ولقد تساءل الكثيرون عما إذا كان إنفاق بلايين الدولارات لهبوط فرق المستكشفين على القمر له ما يبرره .

وفي الحقيقة أمكن لعلماء الفلك أن يعلموا الشيء الكثير عن القمر باستخدام المناظير الفلكية

وأشعة الرادار ، ولكن كان هناك الكثير مما لا تستطيع تلك الأجهزة أن تكشف عنه . إذ كان العلماء يرغبون في معرفة أنواع الصخور والخامات والمعادن والعناصر التي يحويها القمر ، وكذلك نوع التربة ، وهل يوجد أي نوع من الحياة الساكنة هناك وما هو التأثير الحقيقي للإشعاع الشمسي على سطح القمر وما إذا كانت هنالك رطوبة تحت السطح في القمر .

وكان البحث عن إجابات لتلك الأسئلة وغيرها بغية الوصول إلى مزيد من الردود عن أصل وتطور تابعنا القديم ـ القمر ـ وقد يزودنا ذلك بأدلة لها صلة بمولد كوكبنا ومجموعتنا الشمسية .... نعم بل وحتى مجرتنا ذاتها .

إن الأجهزة التي تحملها مركبات الفضاء الآلية يمكنها قياس الظروف والخصائص ـ سواء على القمر أو في الفضاء ـ التي تمكن العلماء من استنتاج حقائق معينة ، ولكن هذه الأجهزة محدودة في عملها بالغرض الذي صنعت من أجله ، فهي لا تستطيع مواجهة ما ليس في الحسبان . إن فطنة الإنسان وحدها هي التي يمكنها محاولة معالجة المجهول.

إن الانعدام الكامل تقريباً لوجود غلاف جوي للقمر ، وبالتالي عدم وجود آثار تشويهية بسبب الغلاف الجوي يجعله موقعاً مثالياً لمرصد فلكي . ويذكر علماء الفلك أن منظاراً صغيراً نسبياً قطره عشرون بوصة على القمر يؤدي نفس ما يؤديه أكبر منظار في العالم وهو منظار ٢٠٠ بوصة على جبل بالومار من استكشاف أسرار الفضاء الخارجي وإذا أمكن وضع منظار ٢٠٠ بوصة في مرصد على القمر فإن احتمالات مزيد من الكشوف لن تكون لها نهاية .

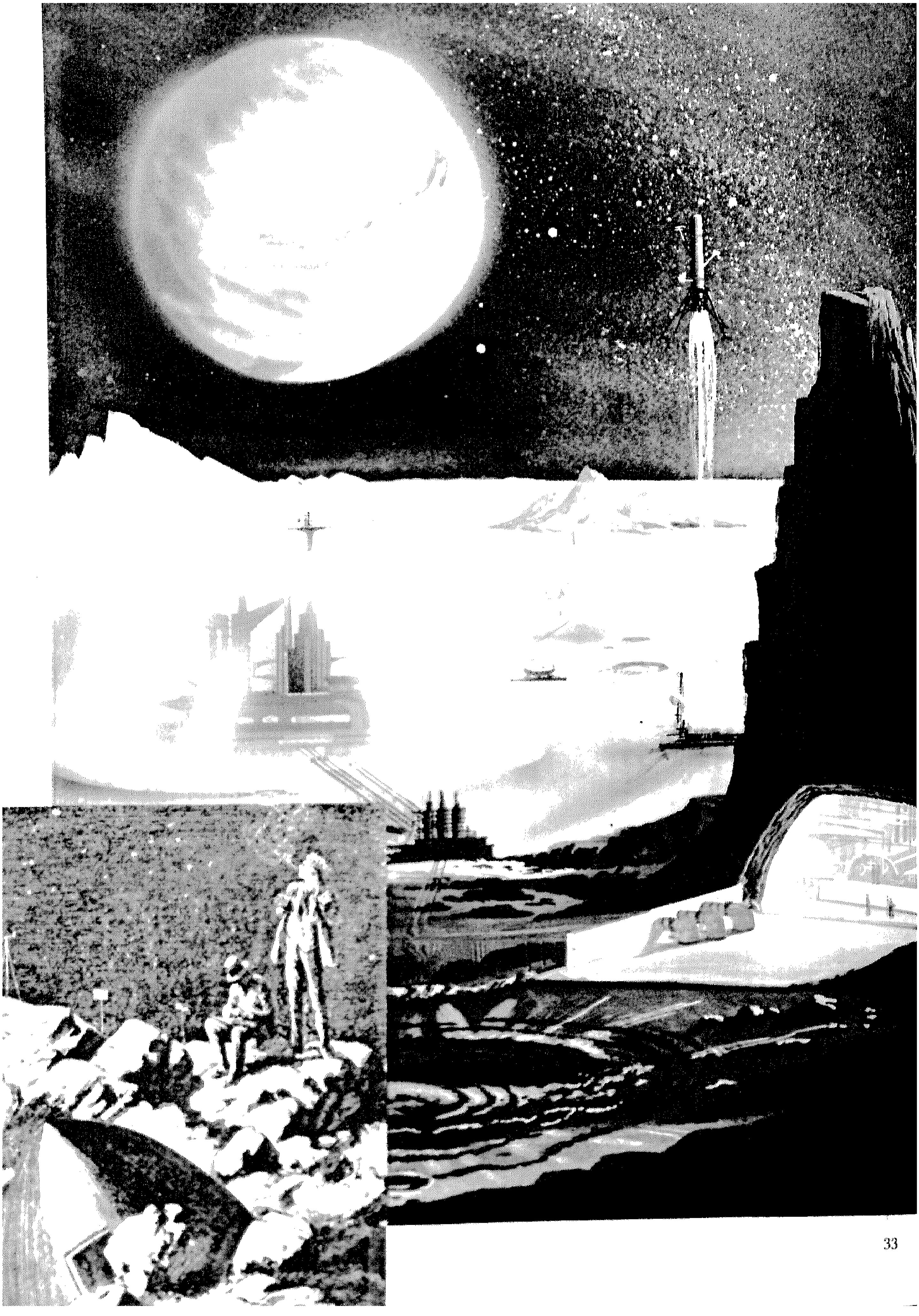
لقد ذكر أن سطح القمر وكل المعالم الجيولوجية عليه بقيت دون تغير لبلايين السنين . فلم يكن هناك أية رياح أو عوامل تعرية أو طقس يعمل على تغييرها كما هو الحال في الأرض . ولذلك يأمل العلماء أن يساعدهم ذلك السجل الثابت لتاريخ القمر على إجابة كثير من الألغاز المحيرة عن أصل وتطور المجموعة الشمسية بأكملها .

إن القمر بجاذبيته الصغيرة وانعدام وجود غلاف غازي له سيكون بمثابة محطة انتقال ممتازة تنطلق منها سفن الفضاء إلى الكواكب الأخرى ، إذ سيحتاج الأمر إلى أقل من سدس سرعة الإفلات لتحمل المركبة بعيداً عن القمر بالنسبة لما نحتاجه لحملها من منصة إطلاق على الأرض . وذلك الفرق الكبير في الدفع سيسمح للسفينة بأن تحمل من الوقود مزيداً لا نهاية له كي تقوم بمناوراتها حالما تسبح في الفضاء .

الآن ، يتطلع علماؤنا المهتمون بالفضاء إلى اليوم الذي يصبح فيه القمر مرفأ الفضاء الكبير للأرض .

وكما ذكرنا سابقاً ، يعتقد بعض علماء المعادن أن الخامات والمعادن الموجودة على القمر يمكن أن تزودنا بمصدر يكاد لا ينضب من المواد الخام للصناعات الأرضية . وحالما يتم بناء منشئات ثابتة على سطح القمر ، فستتبعها فوراً وسائل التعدين ونقل تلك المعادن .

مدينة قمرية كما تخيلها ورسمها فنان



وأخيراً ، فإن من طبيعة الإنسان الدائمة أنه يرغب في استكشاف المجهول . وبسبب ذلك الدافع ، اكتشف البحارة الأوائل العالم الجديد ، وقام الرواد الأمريكيون باستكشاف وتطوير البلاد العظيمة عبر الجبال الغربية ، وفتح مغامرو المناطق القطبية كلاً من مناطق القطبين الشمالي والجنوبي للكشف والاستقصاء .

ولقد سئل أحد متسلقي الجبال المشهورين ذات مرة لماذا يريد تسلق القمم الخطيرة لجبل إفرست فأجاب ببساطة « لأنه هناك » . وذلك بلا شك أحد أسباب رغبة الإنسان في الهبوط على القمر . فقط لأن القمر هناك .

كيف يستكشف الناس القمر ؟

إن وجه الشبه واضح بين مستكشفي القمر وبين البحارة مستكشفي العالم القديم أمثال كريستوفر كولومبس الذي ذهب إلى العالم الجديد في الأمريكتين في بعثة كانت غير مؤكدة حقاً حيث يمكن توقع أي شيء بعيد عن الاحتمال . وهكذا يقوم رواد الفضاء اليوم بتمهيد الطريق عبر بحر من الأخطار ـ وهو في هذه الحالة بحر الفضاء ـ ليضعوا أقدامهم على تربة تعادله في الأخطار .

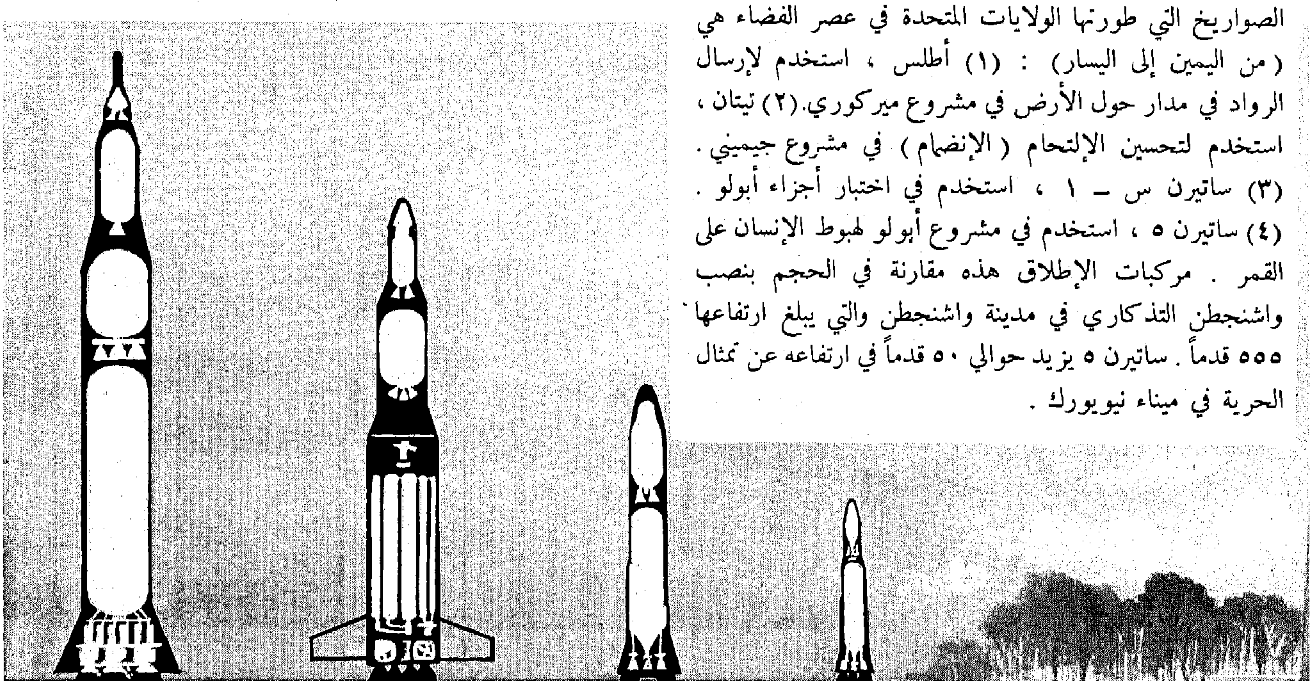
ولقد كان الاعتقاد السائد بين الناس أيام كولومبوس ـ إذا كانوا قد فكروا في ذلك على الاطلاق ـ أن العالم منبسط وأنه لو أبحرت سفينة حتى تصل إلى الحافة فإنها حينئذ ستهوي إلى وهدة مخيفة لا قرار لها تضيع فيها إلى الأبد . وكانوا يتخيلون أيضاً أن البحر في حراسة وحوش كاسرة يمكنها أن تبتلع سفينة وبحارتها مرة واحدة .

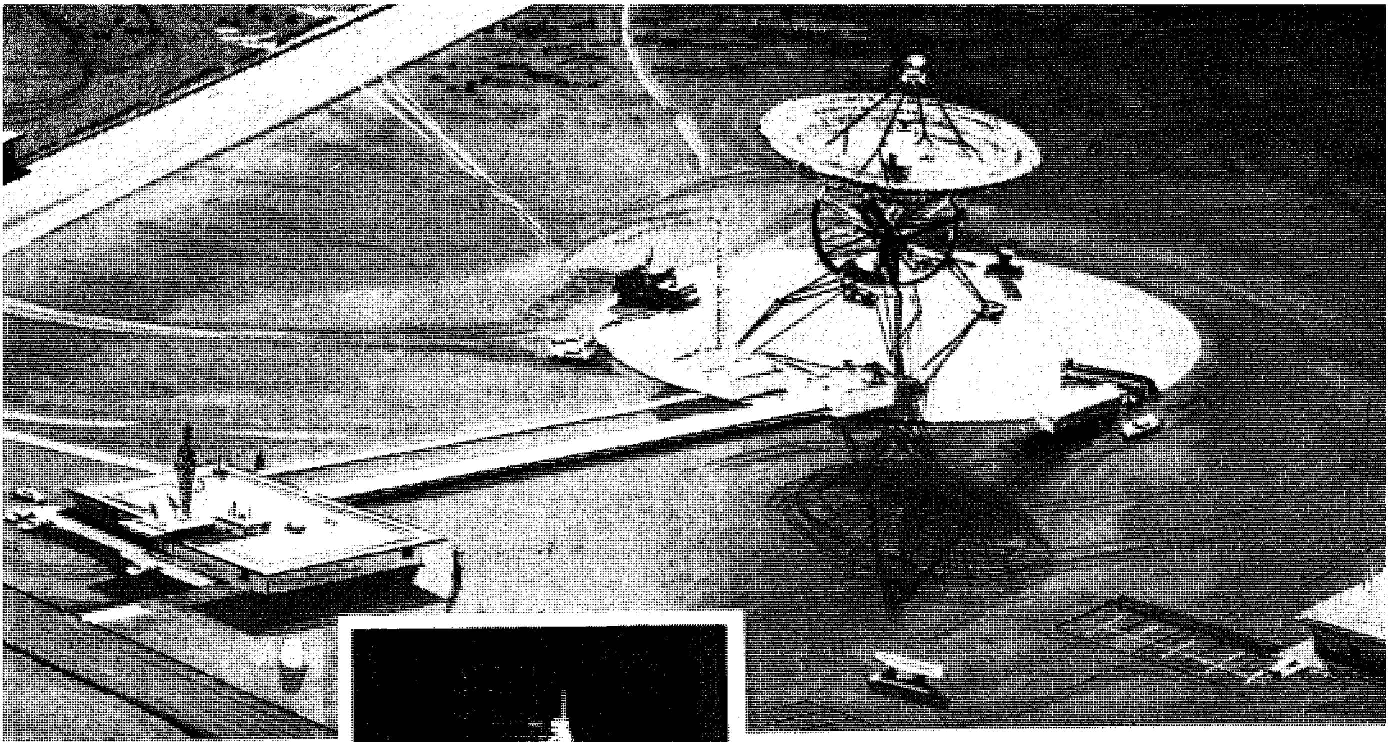
ولم يكن كولومبوس نفسه يؤمن بصدق هذه الحكايات الخيالية ، ورغم ذلك كان عليه أن يخاطر بحياته وحياة بحارته لإثبات صحة رأيه .

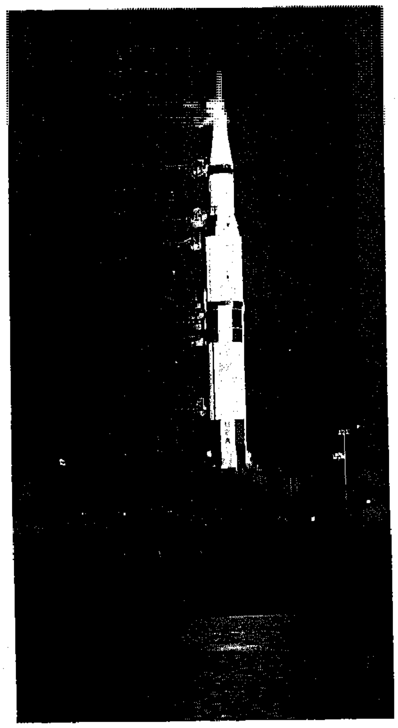
وربما كانت على القمر أسطح رقيقة القشرة أو مساحات يغمرها نوع من المسحوق عميق السمك قد يكون بمثابة مصيدة يغرق فيها رائد الفضاء . وقد تكون هنالك فجوات ، كما أننا لا نعلم حتى الآن التأثير الكامل للإشعاع الشمسي .

وفي الفضاء ، إذا لم يؤد الصاروخ مهمته

الصواريخ التي طورتها الولايات المتحدة في عصر الفضاء هي (من اليمين إلى اليسار) : (١) أطلس ، استخدم لإرسال الرواد في مدار حول الأرض في مشروع ميركوري. (٢) تيتان ، استخدم لتحسين الإلتحام (الإنضمام) في مشروع جيميني . (٣) ساتيرن س ـ ١ ، استخدم في اختبار أجزاء أبولو . (٤) ساتيرن ٥ ، استخدم في مشروع أبولو لهبوط الإنسان على القمر . مركبات الإطلاق هذه مقارنة في الحجم بنصب واشنجطن التذكاري في مدينة واشنجطن والتي يبلغ ارتفاعها ٥٥٥ قدماً . ساتيرن ٥ يزيد حوالي ٥٠ قدماً في ارتفاعه عن تمثال الحرية في ميناء نيويورك .







محطات في أنحاء العالم كالمبينة في الشكل تساعد على تتبع مركبات الفضاء وتبعث بمعلومات الرحلة إلى جهاز إحصاء مركزي . وإلى اليمين مركبة أبولو الفضائية على منصة إطلاق رقم ٣٩-١ .

أو لو انطلق بطريق الخطأ فمن الممكن أن ينتج عن ذلك انطلاق المسافرين في رحلة لا نهائية إلى أقاصي المجموعة الشمسية أو إلى مدار دائم حول القمر أو حول الأرض حيث الأمل ضعيف في احتمال إنقاذهم .

ما هي مجموعة « الصندوق الأسود » ؟

اختلفت الآراء خلال المناقشات الأولى التي جرت بين العلماء عن خير الطرق أو أكثرها واقعية للحصول على معلومات عن طريق مجسات الفضاء . فقد كان هناك من يصرون على أن الإنسان بنفسه هو الذي يجب أن يرصد ما يمكن رؤيته وأن يختبر ما يمكن الإحساس به ثم يرسل إلى الأرض ما يتمكن من معرفته . وقد أطلق على المجموعة التي تؤمن بهذا الأسلوب إسم مجموعة « الجسم الدافئ » . فهم باختصار ، كانوا يحبذون برنامج رجل الفضاء الذي نتجت عنه فيما بعد مشروعات ميركوري وجيميني وأبولو .

لكن كان هناك أيضاً من يعتقدون في التركيز على الاستكشافات الآلية التي لا يشترك فيها الإنسان ، على الأقل في المراحل الأولى . وقد أطلق على هؤلاء اسم مجموعة « الصندوق الأسود » . إذ كانوا يميلون إلى المشروعات التي سميت فيما بعد سرفييور ، لونار أورسبيتر ، مستكشف القمر .

ما هي أول مجسات للقمر ؟

عندما أبحر كريستوفر كولومبوس عبر المياه

الممتدة للمحيط الأطلنطي، كان عليه هو ورجاله أن يتقصوا جميع الإجابات بأنفسهم باستخدام الحواس الخمس . ولكن الأمر كان مختلفاً بعض الشيء بالنسبة لمستكشفي القمر . فحتى تتخلص الامارة القومية للفضاء والملاحة الجوية (ناسا) وهي وكالة الفضاء الأمريكية ـ لكي تتخلص من الاعتماد على التخمينات والأخطار بقدر الاستطاعة قبل محاولة هبوط أول رجل قامت بتخطيط دقيق لبرامجها لإرسال عديد من مركبات الفضاء الآلية ، وهي مركبات عامرة بالأجهزة العلمية التي تبعث إلى الأرض بالمعلومات الحيوية وخاصة الصور .

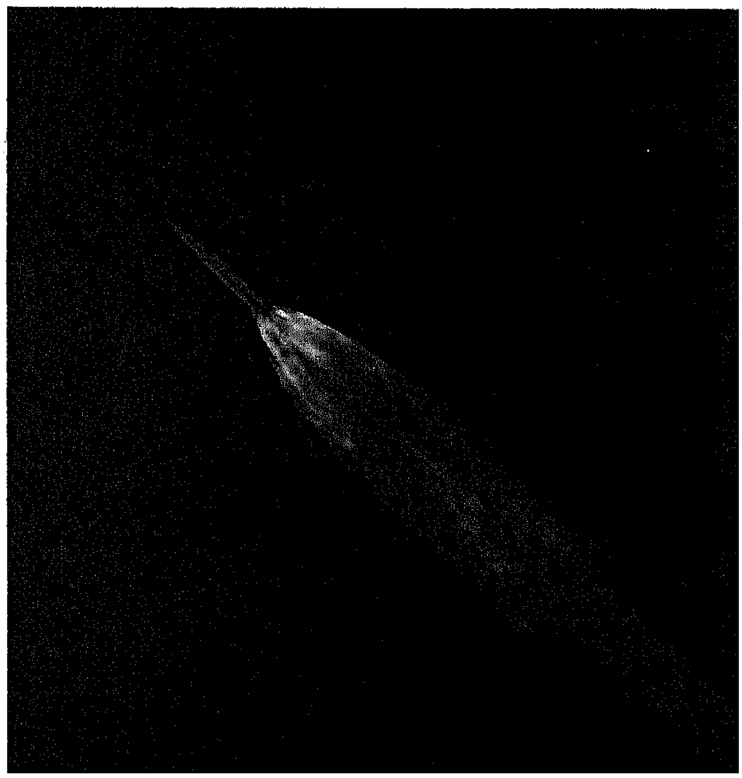
ومن بين المركبات الأولى التي أرسلتها الولايات المتحدة فشلت مركبتان . أخطأت الأولى طريقها إلى القمر بحوالي ٢٢٠٠٠ ميل واتخذت مداراً دائماً حول الشمس ، بينما فقدت الثانية قوتها .

وقد أطلق على أول مجسات آلية للقمر صممتها (ناسا) إسم رينجر . وكانت التصميمات المقترحة تشمل عدة أنواع ، تصميم أحدها يسمح بإطلاق كرة من اللونين الأزرق والأبيض في نصف حجم كرة السلة ومصنوعة من أجزاء من خشب البلزا أخف وأقوى أنواع الخشب ، عندما تكون المركبة الرئيسية فوق القمر بحوالي ٧٠٠٠٠ قدم . وتحتوي الكرة على جهاز سيزمومتر وهو جهاز تسجيل للزلازل الأرضية أو للزلازل القمرية في هذه الحالة ، وكذلك جهاز إرسال لاسلكي . وعند هبوطها إلى القمر ـ بعد إبطائها إلى حد ما . أو إيقافها بواسطة صاروخ عكسي على ارتفاع حوالي ألف قدم من القمر ـ كان متوقعاً أن تقوم الكرة بتسجيل عدد وحجم النيازك التي تصطدم بالقمر ، وتكشف عما إذا كان سطح القمر صلباً متيناً إلى الحد الذي يتحمل معه مركبة هبوط ضخمة بها رواد فضاء ، كما تحدد ما إذا كان القمر خاملاً أم لا .

ماذا كانت سفن الفضاء القمرية السوفيتية ؟

لم تكن الولايات المتحدة هي الدولة الوحيدة التي خصصت برنامجاً لاستكشاف الفضاء والكواكب بصفة عامة ، وإرسال رجال وأجهزة إلى القمر بصفة خاصة . لقد اشتركت في ذلك روسيا (اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفيتية) ولأسباب نابعة من عقائد سياسية متعارضة وإحجام عن تبادل المعلومات التي قد تؤدي إلى سلب ميزات عسكرية حقيقية أو مفترضة ، فضّلت الدولتان العمل في تنافس بدلاً من التعاون . ولم تخطر على بالهما الميزات الواضحة لخفض النفقات وللتقدم الكبير الممكن إحرازه من التعاون والمساعدة المتبادلتين .

ومن الواجب علينا أن نوفي الاتحاد السوفييتي



حقه في بعض « الأسبقيات » الملحوظة الخاصة به في مجسات الفضاء ومخاطراته وعلومه الفنية . فمثلاً في آخر يوم من شهر يناير ١٩٦٦ من موقع إطلاق شرقي بحر آرال أرسل الروس إلى الفضاء مركبة امتازت بإمكان قيامها بأول هبوط « هيِّن » على القمر تحت سيطرتهم ، وكان لا بد من إنجاز هذا الهبوط الذي ينزل بالمركبة بخفة نسبية إلى سطح القمر بواسطة صواريخ عكسية ، كان لا بد من إنجازه وتطبيقه قبل أن يقوم الإنسان بهذه المحاولة شخصياً .

هذه المركبة القمرية كانت معروفة باسم لونا ٩ ، وعندما انطلقت في رحلتها التاريخية من منصة الإطلاق في كوزمودروم سفسدوجراد (ما يماثل مركز فضاء جون ف . كندي بالولايات المتحدة) قام الذيل الملتهب للصاروخ بتحويل الثلوج المحيطة بالمنطقة إلى بخار . وأثناء مراقبة صعود المركبة كان الخبراء ورواد الكون (الإسم الذي يطلقه الروس على رواد الفضاء) يتساءلون عما إذا كانت تلك المهمة ستختلف عن أربع محاولات سابقة على الأقل لإنزال أجهزة بطريقة لينة والتي كان مصيرها الفشل .

وعندما قطعت لونا ٩ ثلثي مدارها الأول حول الأرض ، زادت سرعة المركبة لتسمح لها بالإفلات من قوة جـذب الأرض . وعندئذ اتخذت المركبة التي تزن ٣٥٠٠ رطل وبها محطة آلية لإرسال البيانات العلمية زنتها ٢٢٠ رطلاً ، طريقها متجهة إلى بحر العواصف بالقرب من خط الاستواء القمري . وتم إجراء تصحيح للمسار في منتصف الطريق باللاسلكي ، وانصاعت لذلك لونا ٩ وقامت بنفسها بعملية الضبط بواسطة مجموعة بصرية تتجه نحو ضوء الشمس ونحو الضوء المنعكس من القمر .

ولما انطلقت الصواريخ العكسية المزودة بها المركبة للفترة المحددة تماماً (٤٨ ثانية) عند المسافة الصحيحة من القمر تماماً (ارتفاع قمري قدره ٤٦,٦ أميال) ، تغيرت السرعة إلى ما يقرب من الصفر . وقبيل التلامس النهائي مباشرة انفصلت حزمة الأجهزة لتهبط على مانع الصدمات ، وساعدت الجاذبية الضعيفة للقمر على زيادة تخفيف حدة التصادم . وكما تتفتح الزهرة ، انفتحت أربع مقاطع من الغلاف الخارجي لتكشف عن آلة تصوير تليفزيونية في وضع رأسي ، وسرعان ما كانت أول صور قريبة لسطح القمر ــ وقد طال انتظارها ــ في طريقها إلى الأرض . وقد كشفت عن سطح مسامي وبعض الصخور الصغيرة ، ولم يكن هنالك طبقة مترسبة كثيفة من غبار القمر .

كيف أثبتت « لونا ١٠ » أهمية مجسات الفضاء ؟

وبعد شهرين من ذلك الحدث الملحوظ ، أطلق السوفييت لونا ١٠ التي تبين أنها مركبة فضاء مدارية حول القمر ، تتحرك في مدار بيضاوي يبعد عن السطح ما بين ٢١٧ ، ٦٢١ ميلاً . وكانت « سبقاً » فضائياً مدهشاً آخر . تخيل ، أول تابع حديث من صنع الإنسان يدور حول التابع الطبيعي القديم للأرض وهو القمر ! وكانت لونا ١٠ تحمل أجهزة لقياس جاذبية القمر وإشعاعه ومجاله المغناطيسي . كما جمعت أيضاً بيانات عن نشاط النيازك ، وسجلت صدمات للنيازك المتناهية في الصغر بلغت حوالي مائة مرة زادت في جانب القمر بمائة مثل عما سجل في

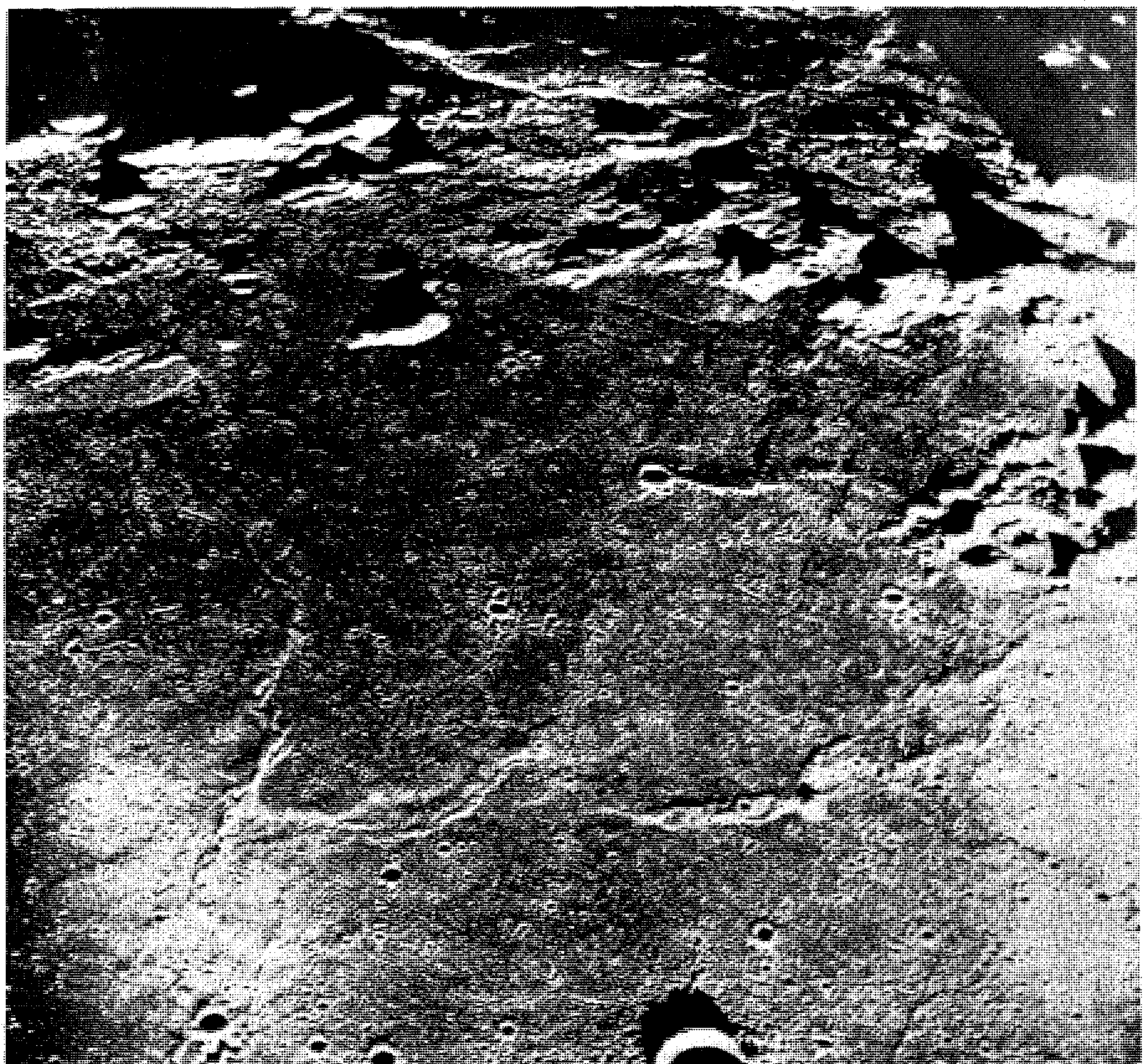
المراحل المبكرة للرحلة . وأهم من ذلك اكتشفت لونا ١٠ سطحاً قمرياً من البازلت بواسطة انبعاث أشعة جاما ، مما حدا بكثير من العلماء إلى استنتاج أن القمر كان منصهراً في يوم من الأيام وأن نشأته هي نفس نشأة الأرض .

ومع كل مسار إهليلجي ، تمكنت لونا ١٠ من الحصول على معلومات علمية عن القمر أكثر مما جنيناه خلال سنوات من الدراسة والرصد قبل أن يتحقق حلم مجسات الفضاء .

ما هي مركبات سرفيور ؟

حثت استكشافات السوفييت الآلية للقمر ، الولايات المتحدة على إنجاز برنامجها الذي تأخر كثيراً عن استخدام الأجهزة في القمر ، ولكنها اضطرت إلى تطوير وسائل وطرق تشغيل خاصة بها . وأطلق على ذلـك البرنامج إسم سرفيور .

كانت سرفيور ١ مركبة فضاء تزن ٥٩٤ رطلاً (لا تزيد عن ٩٩ رطلاً على القمر) مثبتة



منطقة بحر الهدوء موقع هبوط أول رجال على القمر .

على صاروخ طراز أطلس سنتور الذي اشتعل فترة تزيد قليلاً عن سبع دقائق في طريقه المباشر إلى القمر . وقد امتدت لوحاتها الشمسية وهوائياتها عشرين دقيقة خلال الطيران ، وتم توجيه مسارها بدقة عن طريق الشمس والنجم اللامع سهيل .

وزيدت سرعة الاقتراب للمركبة سرفييور ١ من ثلاثة آلاف ميل في الساعة إلى ستة آلاف ميل في الساعة عند دنوها من القمر . ولكن على مسافة ستين ميلاً من وجهتها النهائية بدأت مركبة الفضاء استعدادها للهبوط ، فنشرت أرجلها الشبيهة بالحامل الموسيقي (والتي تنتهي بقوائم من الألومنيوم قابلة للتهشيم) نحو الهدف وانطلق صاروخ (الفرملة) ونتج عن ذلك أن اتخذ الغاز المندفع هيئة البالون . وبدأت آلات صغيرة عملها لزيادة إنقاص سرعة المركبة حتى انه عندما أتمت أول سرفييور هبوطها المتقن في فوهة عند الجانب الغربي من القمر ، كانت متأهبة وقادرة على القيام بمهمتها العلمية ، فقد كان اصطدامها يكاد يكون عديم الأثر . وكان التاريخ ٢ يونيو ١٩٦٦ ، وكان موقع أول هبوط لين على القمر عبر محيط العواصف ، ولكن حينئذ لم تكن لونا ٩ السوفيتية سوى لافتة ساكنة حيث تعرضت أجهزتها للشي وللتجمد على التعاقب نتيجة لتطرف درجات حرارة القمر القاسية .

ورغم أن سرفييور ١ كان ينقصها بعض الأجهزة الأساسية التي حملتها لونا ٩ السابقة إلا أنها كانت مزودة بـ (١) لوحات شمسية ذات كفاءة عالية قامت بإعادة شحن البطاريات حوالي أسبوعين بعد الهبوط (٢) كاميرا تليفزيونية تعمل بكفاءة قامت بتسجيل صور ممتازة لتفاصيل سطح القمر . لقد التقطت وبعثت إلى الأرض ما يزيد على أحد عشر ألف صورة خلال حياتها العاملة (قبل أن يظهر تأثير درجات الحرارة غير المحتملة التي تهبط إلى ما تحت الصفر خلال ليل القمر) . وقد تضمنت مناظر لسلسلة جبلية قمرية بعيدة ، وصور مقربة « لرمال القمر » الحبيبية الرمادية التي علل العلماء حدوثها بتحطم الصخور العارية بواسطة النيازك .

ماذا فعلت مركبات سرفييور الأخيرة ؟

وأعقب سرفييور ١ مزيد من نفس المركبات إلى القمر ، فلم تنجح كلها ، إذ تهشمت سرفييور ٢ ، سرفييور ٤ . ولكن المركبات الأخرى أنجزت مهمتها الموكولة إليها ــ وهي جمع البيانات العلمية .

هبطت سرفييور ٣ على القمر يوم ١٩ إبريل ١٩٦٧ ، أو على وجه الدقة « نطت » على السطح لأنها عندما لمسته كانت الصواريخ العكسية ما زالت مشتعلة ونتج عن ذلك رفع المركبة عن السطح . وعندما توقف ذلك السلوك عن طريق أمر باللاسلكي صدر من الأرض ، استقرت سرفييور ٣ لتبدأ العمل داخل الفوهة الصغيرة نسبياً التي وجدت نفسها فيها . وهناك قامت ذراع صغيرة بحفر فجوات صغيرة في تربة القمر التي كان « إحساس » القياسات يشير إلى أنها كالرمال الرطبة . وكذلك تم إنجاز عدد من القياسات والصدمات .

وفي ١٠ سبتمبر ١٩٦٧ هبطت سرفييور ٥ منزلقة داخل إحدى الفوهات فكادت تنقلب لولا حسن الحظ ، وبعد شهرين اصطدمت سرفييور ٦ بسطح مدبب أكثر خشونة من أي سطح سبق

اكتشافه . ومما أضفى الأهمية على هاتين المركبتين من مركبات سرفييور هو استخدام جسيمات ألفا التي انتشرت قرب موقع الهبوط في تحديد نوع العناصر الكيميائية الموجودة على القمر . وقد كشفت التحاليل الكيميائية لمادة السطح في موقعي الهبوط عن تركيب صخري بازلتي .

وخلافاً لمركبات سرفييور السابقة التي أرسلت إلى منطقة خط الإستواء القمري ، تم توجيه سرفييور ٧ إلى مرتفعات النصف الجنوبي من القمر قرب فوهة تسمى تيخو . وعند هبوطها أفلتت بأعجوبة من الاصطدام بصخرة ضخمة وفي ذلك الوقت كان قد تم تطوير مركبات سرفييور ، فزودت تلك المركبة بمغناطيسات لالتقاط الحديد ، وذراع آلية للحفر ، وجهاز لنثر جسيمات ألفا ، وكاميرا تليفزيونية وأشياء أخرى . وكان من أبرز إنجازاتها أيضاً « جهاز اتصال لاسلكي لأعمال الإصلاح » لإطلاق جهاز التحليل الكيميائي في الوضع الملائم .

وقد تبين أن التركيب الكيميائي للمناطق الجبلية في القمر يختلف عنه في « البحار » المنخفضة الأكثر ملاسة واستواء . وذلك قد يوحي إلى الجيولوجيين بأن القمر كان في وقت من الأوقات في حالة منصهرة .

ما هي المداريات القمرية ؟

استمرت مغامرات الفضاء الاستكشافية الأمريكية باستخدام « الجيل الثالث » من مركبات الفضاء المصممة خاصة لكسب المعلومات حول القمر وهي المداريات القمرية (لونار أوربيتر) . فقد أرسلت مركبات رينجر إلى القمر في مهمة انتحارية وهي الاصطدام بالهدف لكن بعد أن تلتقط وهي في طريقها أكبر عدد ممكن من الصور للقمر ، وذلك ما حققته بنجاح بالتقاط صور ممتازة في نوعها وتفاصيلها . أما مركبات سرفييور اللينة الهبوط فقد تقدمت عليها خطوة بإرسال صور مقربة لسطح القمر وإن كانت المساحة المرصودة والمدروسة محدودة نسبياً . لقد كان من الضروري الحصول على صورة أكثر شمولاً لسطح القمر وخاصة على امتداد منطقة خط الاستواء القمري حيث الاحتمال الأكبر لوجود أكثر المواقع ملاسة وذلك قبل محاولة هبوط الإنسان . وكان الأمل في المداريات القمرية التي زودتنا فعلاً في أغسطس ١٩٦٦ بتلك الصورة بالإضافة إلى معلومات مفيدة في نفس المجال .

كشفت أوربيتر ١ ــ أول المداريات القمرية ــ عن تفاصيل كبيرة لمناطق من القمر بما في ذلك الجانب غير المرئي منه ، وكذلك بعثت بمنظرين رائعين للأرض نفسها .

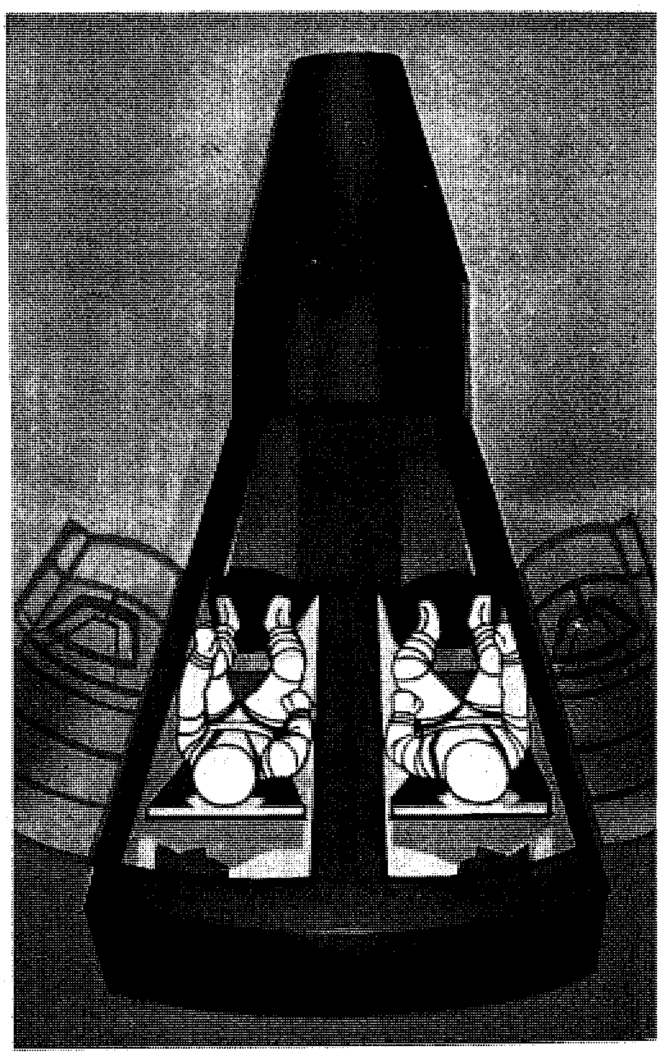
أما أوربيتر ٢ التي أطلقت في ٦ نوفمبر ١٩٦٦ فقد زودت العلماء « بصورة العمر » التي أظهرت الفوهة الكبيرة « كوبرنيق » بالإضافة إلى كثير من الصور الأخرى ذات الأهمية العظمى في البحث عن معلومات حول تركيب القمر .

وبانتهاء أوربيتر ٣ من مهمتها الإستطلاعية في فبراير ١٩٦٧ ، كان الإتفاق سائداً بوجود متسع للاختيار بين عدد من المواقع الصالحة لبرنامج أبولو لهبوط الإنسان على القمر . (كشفت صورة « مدهشة » التقطتها لونار أوربيتر ٣ عن سرفييور ١ قابعة على السطح وقد امتد ظلها ثلاثين قدماً) . وفي ضوء هذا النجاح ، تم تحويل بقية

مركبات لونار أوربيتر إلى عمليات منتظمة لرسم الخرائط . وقد أدى استبدال مدار قطبي بالمدار القمري الإستوائي السابق إلى تغطية أشمل وإلى مزيد من البيانات العلمية .

كيف تطور برنامج « رجل الفضاء » الأمريكي ؟

بينما كانت مجموعة « الصندوق الأسود » تكتسب المعلومات عن القمر من خلال مركباتها الإستكشافية الآلية ، لم تكن مجموعة « الجسم الدافئ » ساكنة . لقد أعلن أحد ملاحي الفضاء قائلاً « إن رجلاً يستخدم عقله هو أرخص جهاز



مسقط لكبسولة التمرين في مشروع جيميني .

حاسب يمكن أن ترسله (ناسا) إلى القمر » . وبالطبع لم يكن الرجل يعني أي رجل ، بل كان يشير إلى شخص من طرازه هو ، مدرب تدريباً كافياً ، لديه الدافع إلى العمل ، مزيج من علماء الفيزياء والفلك والجيولوجيا وهندسة مركبات الفضاء .

عملت الولايات المتحدة على تنظيم ثلاثة مشروعات مختلفة لإرسال رجال إلى القمر هي : مشروع ميركوري ومشروع جيميني ومشروع أبولو . وكان لكل مشروع سلسلة خاصة من الرحلات وكان مقدراً لكل رحلة أن تكون أكثر صعوبة وطموحاً وجرأة من سابقتها . وبصفة عامة ، كان محدداً لأول هذه المشروعات ـ مشروع ميركوري ـ أن يحمل ملاحاً فضائياً واحداً في طيران « تحت مداري » ، على أن يكون للمشروع الثاني ـ مشروع جيميني ـ رجلان في كبسولة ، يقومان برحلة احتمال طويلة ، وسير في الفضاء ، والتحام مع مركبات فضاء أخرى ، ومختلف الاختبارات للأجهزة ووسائل المناورات . أما مشروع أبولو فيحمل ثلاثة رجال ويهدف إلى استكشافات بشرية للقمر .

ماذا كانت أول رحلة للإنسان إلى القمر ؟

بعد سلسلة من الرحلات الناجحة لمركبة فضاء من طراز أبولو أثبتت كفاءة الرجال المدربين والأجهزة التي مرت باختبارات دقيقة ، قرر المسئولون في (ناسا) أن الوقت قد حان لرحلة بشرية حول القمر . وكان للحادث المؤسف الذي مات فيه ثلاثة من ملاحي الفضاء البواسل وهم فرجيل « جاس » جريسوم ، وإدوارد هـ . هوايت

الثاني ، وروجر شافيه في حريق فجائي داخل وحدة القيادة في أبولو بينما كانت لا تزال على الأرض ، أثر في تثبيط العزيمة وتأخير البرنامج . ولكنه من ناحية أخرى فتح الأذهان إلى إعادة تقييم معدلات الأمان مما نتج عنه تركيب مواد جديدة ضد الحريق .

وهكذا ، في الصباح المبكر من يوم ٢١ ديسمبر ١٩٦٨ ، اندفع صاروخ ساتيرن ٥ الضخم الذي يبلغ طوله ٢٧٨ قدماً من المنصة رقم ١٣٩ في كيب كنيدي وقد هز الأرجاء بدوي صوته ولهبه . وفي الطرف الأمامي لذلك الجحيم ، داخل مركبة لقيادة أبولو طولها ١٣ قدماً ، كان ثلاثة رجال فدائيين هم فرانك بورمان ، ووبليام أندرس ، وجيمس لويل .

وفي مكان ما فوق استراليا خلال الدورة الثانية لهم ، صدرت الأوامر إلى أبولو ٨ من برج إدارة المهام الفضائية في هيوستون بولاية تكساس بأن « تتجه إلى القمر » ، وبالفعل اتجهت أبولو إليه حين اشتعل صاروخ المرحلة الثالثة لأكثر من خمس دقائق بقوة دفع قدرها ٢٢٥٠٠٠ رطل . وبدأت الرحلة التاريخية وانطلقت سفينة الفضاء بسرعة خيالية قدرها ٢٤٦٠٠ ميل في الساعة . وهو أكبر معدل للسرعة تعرض لها الإنسان . وبعد حوالي ٦٦ ساعة كان ملاحو الفضاء قد ابتعدوا عن أرضهم الأم مسافة أبعد مما فعل أي شخص قبلهم ، ومع ذلك كانوا على أقل من سبعين ميلاً فوق سطح القمر !

كانت جميع الأحلام الخيالية في طريقها إلى التحقيق وكان كل شيء يسير ــ ويا للعجب ــ طبقاً للتنبؤات .

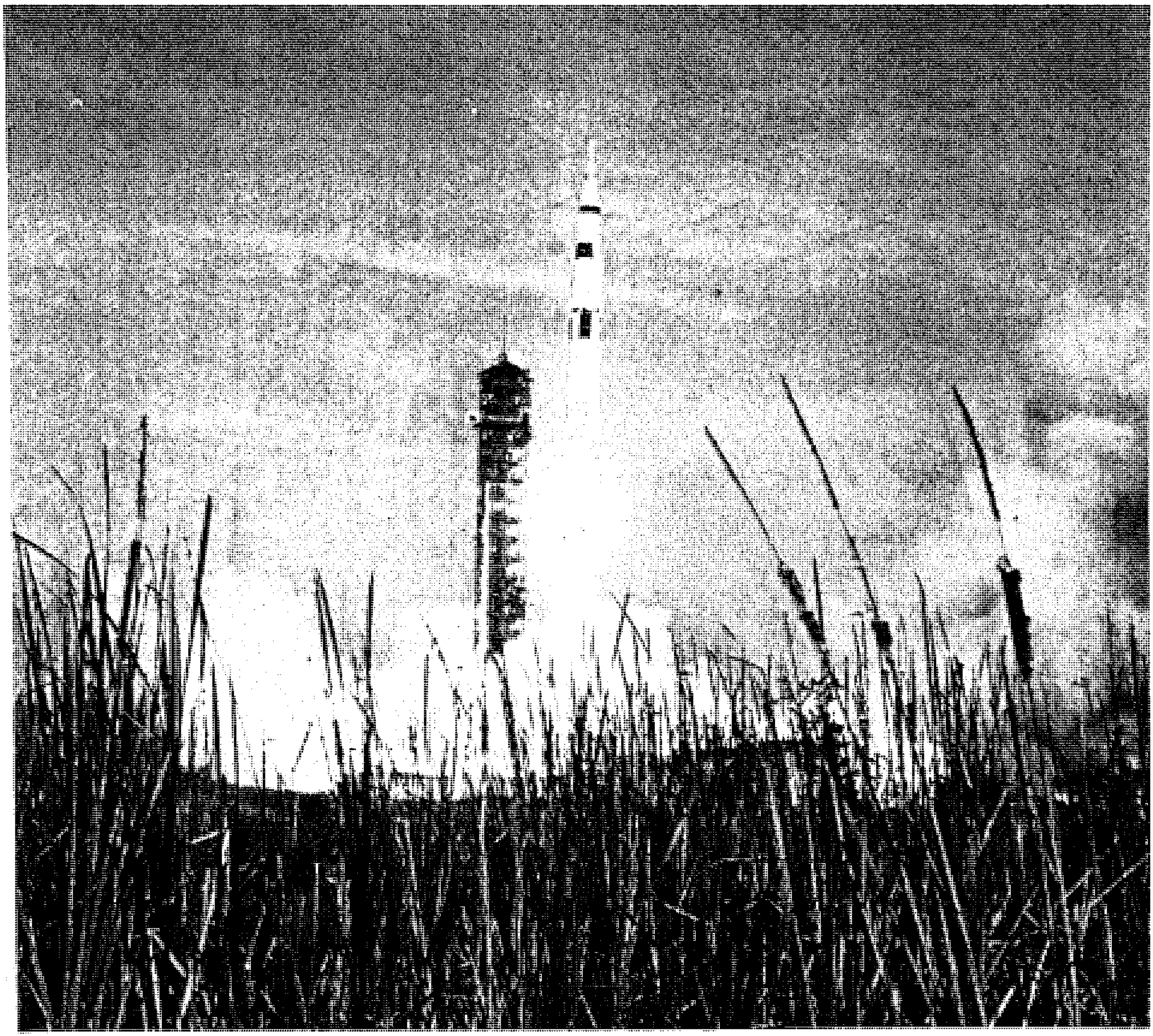
وبمثل المعجزة والرهبة التي صاحبت الرحلة نفسها ، أمكن لمشاهدي التليفزيون على الأرض أن يشاركوا ملاحي الفضاء في قمرتهم وإحساسهم بروعة مشاهدة مناظر القمر التي تنتشر فيها الفوهات وهي تمر تحتهم . لقد قال ملاح الفضاء بورمان « إن إحساسي الشخصي ، أنه مساحات شاسعة محرّمة من العدم . إنه يشبه حجر الخفّاف . إنه يبدو مكاناً لا يغري بزيارته أحداً » . وعقب لويل قائلاً انه يشبه « الجبس الجاف أو نوعاً ما من الرمال العميقة الرمادية » . ولاحظ أندرز « حداً أسود واضحاً » بين السماء المظلمة وبين القمر .

ولا يقل عن ذلك عجباً منظر هالة الشمس ، والشروق والغروب على القمر ، وربما كان أكثرها إثارة منظر كوكبنا الأرضي كبلية من الرخام الأبيض المائل إلى الزرقة وهي في التربيع الثالث تختلس النظر عبر أفق القمر .

كيف أمكن هبوط الإنسان على القمر ؟

قبل بضع سنوات فقط من تحقيق حلم القذائف البشرية إلى القمر ، كان خبراء الفضاء مختلفين حول أنسب الطرق لوضع إنسان على القمر . فكان فرنهر فون براون وكثيرون آخرون من علماء الصواريخ المشهورين يميلون إلى إنجاز ذلك بالبدء بإرسال صاروخين ضخمين من طراز ساتيرن في مدار حول الأرض ، يحمل أحدهما ملاحي الفضاء بينما يحمل الآخر الوقود الإضافي . وعندما تلتحم الوحدتان في الفضاء يأخذ الملاحون الوقود الإضافي ثم ينطلقون إلى القمر .

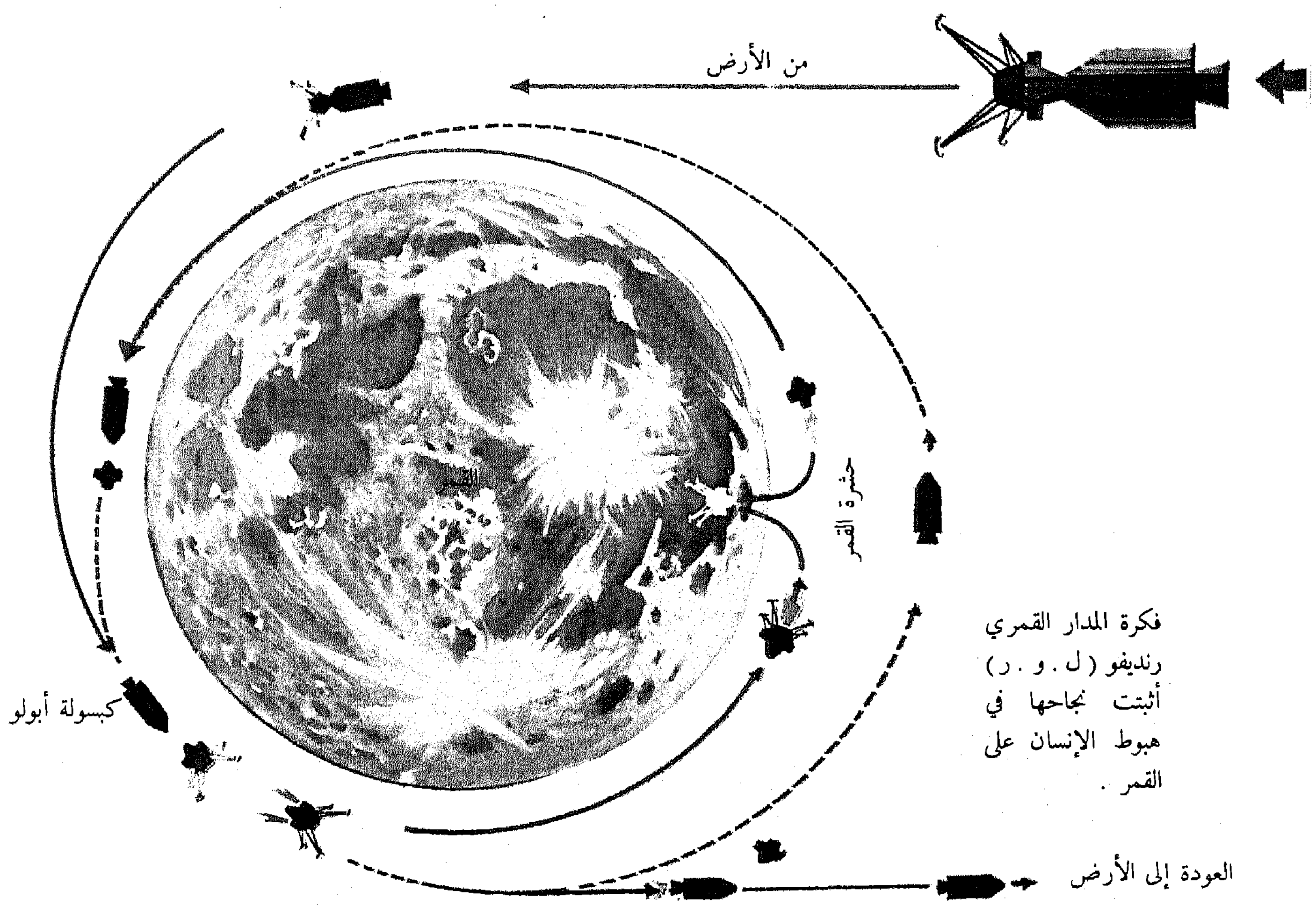
أما جون س . هوبولت ــ وهو أحد مهندسي



مركبة فضاء أبولو حاملة الرجال إلى القمر تبدأ رحلتها بكتلة من النيران المزمجرة عند انطلاقها من الأرض .

ناسا ـ فكان يرى أن مثل تلك الخطط معقدة ومرتفعة التكاليف ، وقد عرض وسيلة جريئة ولكنها مباشرة وبسيطة وهي المعروفة حالياً باسم « موعد في مدار القمر » . وكانت فكرته ـ التي هزأ منها في بادئ الأمر زملاؤه الذين كانوا منغمسين في سفسطة التكونولوجيا ـ هي إرسال مركبة فضاء أبولو إلى مدار قمري مباشرة حيث تنفصل عنها وحدة قمرية صغيرة يمكنها أن تهبط بأمان إلى السطح ثم تنطلق منه لتتلاقى مع السفينة الأم في مدارها .

ومن الواضح أن المسئولين في (ناسا) قد قبلوا تلك الخطة العملية ، وبذلك برزت الوحدة القمرية إلى الوجود ، وهي مركبة فضاء غير متناسقة تبدو كما لو كانت قد جُمِّعت من قطع الغيار . ولكن المنفعة كانت في الغرض الرئيسي وليس في الشكل ، والمنفعة هي ما حصلنا عليه . إذ تغطي المركبة ٢٥ طبقة من ألواح الألومنيوم المجعّدة . وبالإضافة إلى ذلك يغطي نصف السطح لوح متين سميك ، وعلى النصف الآخر لوح رقيق مجعد . ويؤدي هذا الاختلاف في سمك الطبقات العازلة إلى تفادي التطرف في السخونة والبرودة . وشكل الوحدة هو أقرب إلى



فكرة المدار القمري رنديفو (ل . و . ر) أثبتت نجاحها في هبوط الإنسان على القمر .

الحشرة منها إلى الآلة ، ولكن الشكل لم يكن هو الغاية من صنعها . كان تصميم الوحدة القمرية من أجل إيواء وحماية أكثر الأجهزة حساسية وحيوية ، وقبل كل هذا كان تصميمها يستهدف حماية الإنسان .

ماذا كانت مهمة أبولو ١٠ ؟

انطلقت أبولو ١٠ في التجربة النهائية للهبوط على القمر ، من كيب كنيدي يوم ١٨ مايو ١٩٦٩ تحمل الكولونيل توماس ب . ستافورد ، والكوماندور جون و . ينج ، والكوماندور يوجين ا . سرنان . وكانت أبولو ١٠ متطورة على سابقتيها من جميع النواحي . في هذه المرة اقتربت الوحدة القمرية إلى مسافة ٩,٤ أميال من سطح القمر حيث دارت حول خط الإستواء إحدى وثلاثين مرة في يومين ونصف يوم بالمقارنة بعشر دورات لأبولو ٨ . وفي هذه المرة قامت الوحدة القمرية وسفينة القيادة بالالتحام على ارتفاع حوالي ٦٩ ميلاً من القمر ، و ٢٣٠٠٠٠ ميل من الأرض . وفي تلك المرة أيضاً كانت هناك صور تليفزيونية ملونة ، وصور لموقع الهبوط المختار في بحر الهدوء ، واختبارات عديدة لتأثير قوة جاذبية القمر الضعيفة .

قال الدكتور توماس ا . بين مدير (ناسا) عقب أن خطا رواد الفضاء الثلاثة على ظهر الحاملة الأمريكية برنستون المغطى بالسجاجيد الحمراء « نحن نعلم أننا نستطيع الذهاب إلى القمر ، وسنذهب إلى هناك » .

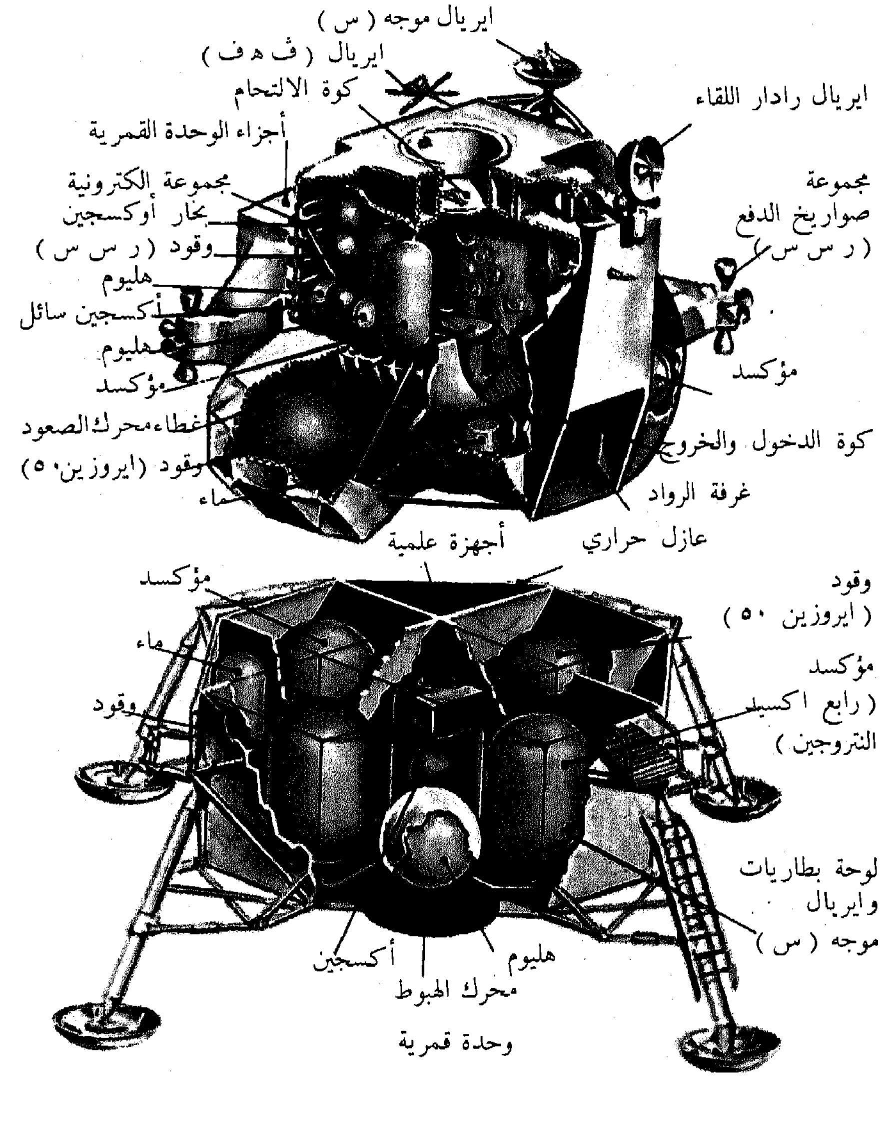
كيف انطلقت أبولو ١١ ؟

ولقد ذهبوا بالفعل إلى هناك . في يوم ١٧ يوليو ١٩٦٩ الساعة التاسعة والدقيقة ٣٢ صباحاً ، أمام مليون شخص احتشدوا في منطقة كيب كنيدي وملايين آخرين في جميع أنحاء العالم التصقوا بأجهزة التليفزيون الموجهة إلى المركبة التي يبلغ طولها ٣٦٣ قدماً على منصة الإطلاق رقم ٣٩–١ ، زأرت أبولو ١١ في مزيج من الدخان واللهب وارتفعت إلى عنان السماء . لقد كان نيل أرمسترونج ، والليوتنانت كولونيل مايكل كولنز ، والكولونيل إدوين ا . (بزّ) ألدرين ، ومعهم سفينة القيادة كولومبيا والوحدة القمرية إيجل في طريقهم ليصبحوا جزءاً من أول خطوة تاريخية للإنسان على القمر . وتزايد توتر الأعصاب مع إشعال كل صاروخ ومع تشغيل كل مرحلة بينما أبولو ١١ تهرع نحو هدفها في الفضاء .

ماذا كانت القفزة العملاقة للجنس البشري ؟

عندما بدأت مركبة الفضاء في مدارها القمري الحادي عشر ، ترك رائدا الفضاء أرمسترونج وألدرين – وهما مرتديان أردية الضغط المنتفخة – زميلهما مايكل كولنز وحيداً في وحدة القيادة

أجزاء الوحدة القمرية .



وحدة قمرية

وزحفا إلى الوحدة القمرية خلال نفق الاتصال ، ثم حلت لحظة الإقلاع ، فانفصلت إيجل عن كولومبيا وبدأت هبوطها .

وفي يوم ٢٠ يوليو ١٩٦٩ ، الساعة الرابعة والدقيقة ١٧ مساء بتوقيت الساحل الشرقي للولايات المتحدة ، صدرت أول كلمات من القمر تفوه بها أرمسترونج ، قال « إلى هيوستون ، هنا قاعدة الهدوء . لقد هبطت إيجل » . وبعد ست ساعات ونصف الساعة ـ أي قبل الموعد المحدد بحوالي أربع ساعات ـ وضع نيل أرمسترونج قدمه اليسرى في حذر على سطح القمر البني اللون وأعلن « هذه خطوة صغيرة للإنسان ، وقفزة عملاقة للجنس البشري » . وبعد ١٩ دقيقة انضم ألدرين إلى أرمسترونج وكان ثاني رجل تطأ قدمه القمر .

ماذا وضع الإنسان على القمر في البداية ؟

وما كانت « سابقة » فضائية تمثلت في أول هبوط للإنسان على القمر تمر هكذا دون حفل تكريم . فبينما ملايين من أجهزة التليفزيون قد « ضبطت » على الأحداث القمرية ، وسكان الأرض يشاهدون ويشاركون برهبة في تلك المغامرة إذ شاهدوا العلم الأمريكي يغرس في تربة القمر كرمز فحسب لمجهودات الولايات المتحدة دون إدعاء أية مطالب إقليمية . وكذلك أمكنهم الاستماع إلى محادثة علنية جرت بين رواد الفضاء وبين رئيس الولايات المتحدة . قال الرئيس ريتشارد م . نيكسون في رسالة التهنئة « لقد أصبحت السموات جزءاً من عالم الإنسان نتيجة لما فعلتموه . ولما كان حديثكم إلينا يأتي من بحر الهدوء ، فإننا مطالبون بمضاعفة جهودنا لنشر السلام والهدوء على الأرض . وللخطة لا تقدر بثمن في تاريخ الإنسان بأكمله ، أصبح سكان هذه الأرض جميعاً وحدة واحدة بحق » .

وقبيل الرحلة التاريخية ، كان قد تم حفر رسائل بخط دقيق من ٧٣ دولة على قرص لا يزيد حجمه عن قطعة نقود كبيرة ، وقد ترك ذلك القرص على القمر مع ميداليات لتكريم رواد الفضاء الأمريكيين الثلاثة والرائدين السوفييتيين ، الذين فقدوا حياتهم في سبيل رحلات الفضاء وتكنولوجيته . كما تركت لوحة من الصلب الذي لا يصدأ إعلاناً عن عملية الهبوط وكان محفوراً عليها إمضاء رواد أبولو ١١ ورئيس الولايات المتحدة تحت هذه الرسالة « هنا وضع الرجال من كوكب الأرض أقدامهم لأول مرة على القمر في يوليو ١٩٦٩ بعد الميلاد . لقد قدمنا من أجل السلام للبشر جميعاً » .

وإلى جانب « مراسم الاحتفال » كان على نيل أرمسترونج وإدوين ألدرين أن يقوما بمهام في صميم الهدف المنشود . فقد قام الرجلان دون مجهود يذكر ، وهما يتبختران كأطفال حيوان الكنغر في لهوها وسط ما أسماه ألدرين « قفر موحش بديع » ـ باغتراف حوالي ستين رطلاً من عينات التربة والصخر للتحليل . كما وضعوا محطة صغيرة للزلازل تقوم بإرسال البيانات عن الهزات والزلازل القمرية المحتملة . وكذلك نصبوا جهازاً عاكساً يعكس أشعة ليزر إلى الأرض . ووضعوا رقعة من الألومنيوم ـ نزعوها فيما بعد ـ مواجهة للشمس لاكتشاف غازات النيون والأرجون والكريبتون .

ماذا كانت مهمة أبولو ١٢ ؟

كانت الخطط والتجهيزات من أجل أبولو ١٢ قد بدأت حتى مع رواد أبولو ١١ ـ وقد ضمنت شهرتهم لها مكاناً في سجلات أسفار الفضاء ـ في طريقهم إلى هبوط آمن في المحيط الهادي . أما الرواد الذين تقرر اشتراكهم في مهمة أبولو ١٢ فهم كوماندور تشارلس كونراد الصغير ، وألان ل. بين ـ ليقوما بالسير على سطح القمر ـ بينما يقبع كوماندور ريتشارد ف . جوردان في وحدة القيادة المدارية .

وكما حدث في رحلات القمر السابقة ، لم تحدث مشاكل يصعب تصحيحها بطريقة ما للأغراض العملية . ولكن الخبراء على الأرض كانوا متلهفين لمعرفة إمكان هبوط الوحدة القمرية عند نقطة الهدف مباشرة . في حالة أبولو ١١ حدث نتيجة لخلل في الكمبيوتر أن الوحدة القمرية إيجل شردت حوالي أربعة أميال شرقي موقع الهبوط المقصود في بحر الهدوء . وبينما تمكن الرائد نيل أرمسترونج من تصحيح مسار المركبة لتهبط بسلام ، فقد كانت أمامه منطقة ملساء واسعة نسبياً للمناورة . أما رحلات المستقبل فستعمل على استكشاف مناطق من القمر أكثر خشونة حيث لا تتيح الفوهات والقمم والصخور سوى مجال صغير جداً للخطأ .

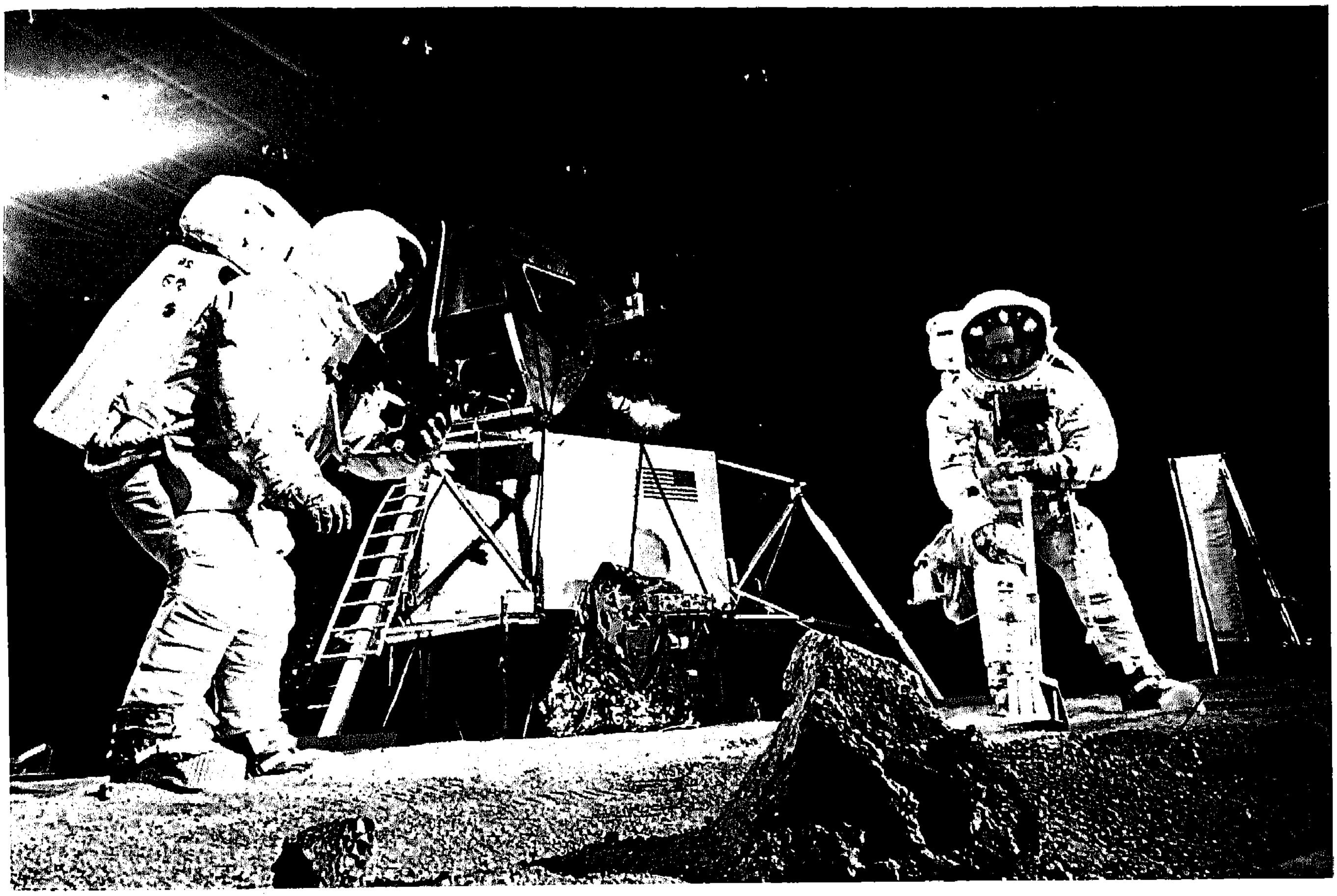
وفي الوحدة القمرية إنتربيد انفصل الرائدان كونراد ، وبين ، عن وحدة القيادة « يانكي كليبر » . وكانت الساعة الواحدة ، والدقيقة ٥٤ صباحاً يوم ١٩ نوفمبر ١٩٦٩ حينما أرست هذه المجموعة الثانية من مستكشفي القمر مركبتها في الموقع المحدد تماماً في بحر العواصف . وكانت إنتربيد على مسافة ٩٥٠ ميلاً غربي أبولو ١١ في قاعدة الهدوء ، وعلى بعد خطوات من سرفييور ٣ مركبة الفضاء الآلية الأمريكية التي ظلت على القمر منذ شهر سبتمبر ١٩٦٧ . وقد أحضر الرواد معهم أجزاء من سرفييور ٣ لمعرفة تأثيرات البيئة القمرية .

أما الإخفاق الرئيسي في تلك المهمة بالذات ، فقد تمثل في انقطاع الإرسال التليفزيوني من سطح القمر ولكن كان من حسن الحظ أن ظل الإتصال اللاسلكي متصلاً طوال الوقت فعمل على تسجيل كل اكتشاف هام .

وفضلاً عن التقاط أجزاء من سرفييور ٣ ، فقد قام الرائدان كونراد ، وبين ، بجمع ما يقرب من مائة رطل من عينات الصخر والتربة ، وقاما بتجربة إلقاء بعض الصخور للحصول على قراءات أجهزة الهزات . ومن بين الأجهزة التي تركاها على القمر مرصد علمي به محطة قوى نووية ليبعث بالبيانات لفترة طويلة من الزمن . وعلى وجه العموم ، قام هذان الرجلان باستعراض عظيم وسارا أكثر من ميل في بحر العواصف ، كما ظلا خارج الوحدة حوالي أربع ساعات .

ماذا بعد ذلك ؟

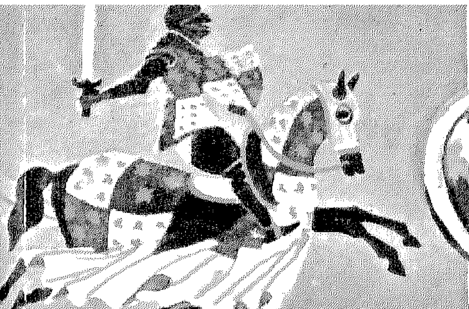
من المؤكد أن الرحلات التالية ستؤدي إلى مزيد من الاستكشافات ، عندما يساعدنا الزمن والأبحاث على الوصول إلى تطولات جديدة في عالم التكنولوجيا . هناك مثلاً محطة الفضاء التي تدور حول الأرض . وهناك آلات التصوير والأجهزة التي ستعمل كمجسات للمريخ والزهرة وبعض الكواكب الأخرى في مجموعتنا الشمسية

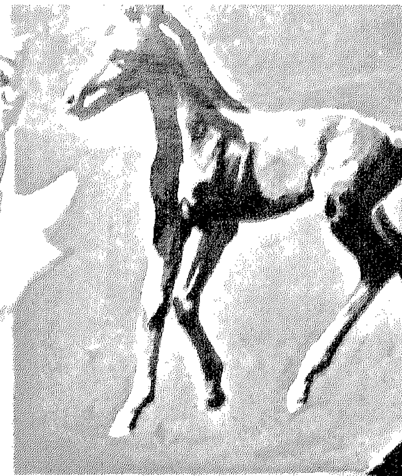
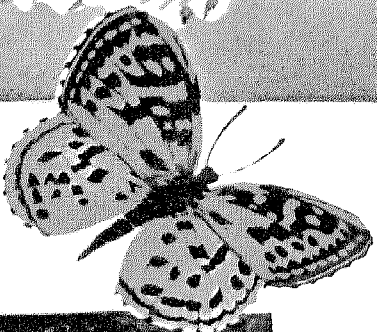


رواد أبولو يستخدمون آلات خاصة لجمع مواد من القمر بغرض التحاليل والدراسات العلمية .

في بحث متواصل عن المعلومات الكونية . وسيكون هنالك جوّال قمري « لونار روفر » ذو مقعدين وعجلات من السلك المنسوج تعمل كل منها بمحرك كهربائي ، لتسهيل عملية استكشاف القمر على نطاق واسع وفي فترة محدودة معينة . وستكون هناك جرارات قمرية ، وربما قاعدة قمرية مثل مرصد فلكي محصن لمقاومة قصف النيازك ، إن عبقرية الإنسان قد تكون غير محدودة مثل حقائق الفضاء . إن أمامنا وقتاً مثيراً مليئاً بالمعاني ، وقتاً يحمل لنا فرصة لا نظير لها ومغامرة مذهلة . إن « الخطوة الصغيرة » التي خطاها نيل أرمسترونج قد استهلت بحق رحلة طويلة إلى النجوم .

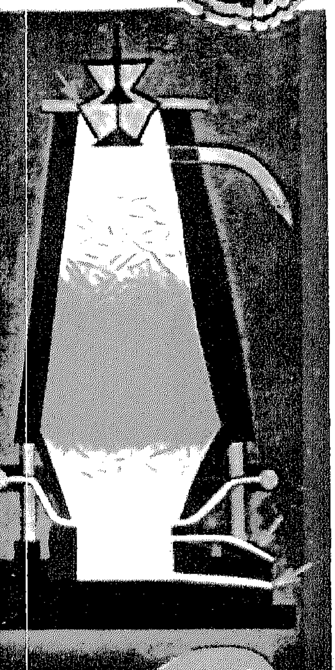
مطابع الشروق
القاهرة : ٨ شارع سيبويه المصرى - ت: ٤٠٢٣٣٩٩ - فاكس: ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
بيروت : ص.ب: ٨٠٦٤ - هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٢١٣ - فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)



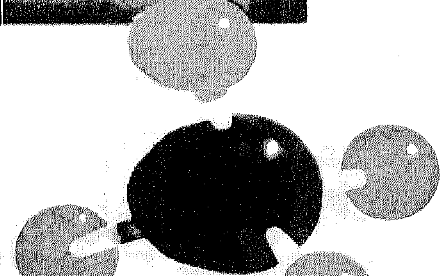




سلسلة كيف ولماذا

إشراف إبراهيم المعلم




- أرضنا
- الزمن
- جسم الإنسان
- من الكهوف لناطحات السحاب
- الماكينات
- القمر
- الطاقة الذرية
- الاختراعات الأساسية
- النجوم
- الصواريخ والقذائف الموجهة
- اكتشافات واستكشافات
- الطائرات وقصة الطيران
- الضوء واللون
- الكيمياء
- الكهرباء
- القطارات
- السفن والبواخر
- الأسماك
- الإنسان الآلي والعقول الاليكترونية
- المغناطيسية
- الصوت
- الاليكترونيات
- الصحراء
- الميكرسكوب
- الزواحف والبرمائيات
- الثدييات
- الطيور
- النباتات
- مدن مفقودة
- المناطق القطبية




© دار الشروق
القاهرة : ٨ شارع سيبوية المصرى ـ رابعة العدوية ـ مدينة نصر
ص. ب : ٣٣ البانوراما ـ تليفون : ٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس : ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
بيروت : ص. ب : ٨٠٦٤ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)

